

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie**

**Návrh přípravku pro výrobu svařované součásti ve  
firmě PSBLAS s.r.o.**

**Design of Jig For Production of Welded Component in  
Company PSBLAS s.r.o.**

Student : Bc. Kamil Dihel

Vedoucí diplomové práce : prof. Dr. Ing. Ivan Mrkvica

Ostrava 2016

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Kamil Dihel**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh přípravku pro výrobu svařované součásti ve firmě PSBLAS s.r.o.**  
**Design of Jig For Production of Welded Component in Company PSBLAS s.r.o.**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu přípravků pro svařování podobného typu součástí.
2. Technologický postup výroby jednotlivých částí svařence.
3. Návrh svařovacího přípravku a zpracování technické dokumentace.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení navrženého řešení.

### Seznam doporučené odborné literatury

- [1] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje - II. díl Přípravky* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1988, 182 s.  
[2] PÍČ, J., CHVÁLA, B. *Přípravky: výpočet a konstrukce přípravků s příklady ze strojírenské praxe*. Praha: Práce, 1957, 187 s.  
[3] CHVÁLA, B., VOTAVA, I. *Přípravky*. Praha: SNTL Praha, 1989, 214 s.  
[4] KUBÍČEK, J. *Technologie II - svařování. sylabus díly 1.* [online] Brno, 2006 [cit. 2013-05-16].  
[5] MINAŘÍK, V. *Obloukové svařování* Praha: Scientia, 1998, 229 s. ISBN 80-7183-119-0.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty

Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Ivan Mrkvica**


Konzultant diplomové práce: Ing. Martin Návrat

Datum zadání. 11.12.2015

Datum odevzdání. 16.05.2016

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě : 16.5.2016



podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odstavec 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odstavec 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB- TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/198 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 16.5.2016 .....

 .....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Kamil Dihel

Adresa trvalého pobytu autora práce: Por. Hoši 513/64A, Kozmice, 74711

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIHEL, K. *Návrh přípravku pro výrobu svařované součásti ve firmě PSBLAS s.r.o.: diplomová práce.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2016, 58 s. Vedoucí práce: Ivan Mrkvica.

Cílem diplomové práce je navrhnout přípravek vhodný pro výrobu svařované součásti a to ve společnosti PSBLAS s.r.o. V první části jsou uvedeny cíle diplomové práce spolu s charakteristikou svařence, definicí přípravku a jejich rozdělením. Poté je uvedena řešerše podobných typů přípravků. V další části se nachází technologický postup výroby jednotlivých částí svařence. Následuje hlavní část práce, jež obsahuje popis účelu jednotlivých částí přípravku i s detailním vyobrazením, posléze je uveden rozbor kupovaných částí, jež by nebylo ekonomické vyrábět samostatně. Práce se následně věnuje technologickému postupu výroby vyráběných částí přípravku společně s rozбором materiálu, který byl použit. Poslední část práce obsahuje technicko-ekonomické zhodnocení, v němž je vypočtena cena, rentabilita a zisk zavedením přípravku.

## ANNOTATION OF MASTER THESIS

DIHEL, K. *Design of Jig For Production of Welded Component in Company PSBLAS s.r.o.: Master thesis.* Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and Metrology Engineering, 2016, 58 p. Thesis head Ivan Mrkvica.

The master thesis aims to design a product suitable for the manufacture of welded components in the company of PSBLAS s.r.o. The first part sets out the objectives of the master thesis together with the characteristics of weldments, the definition of the product and its distribution. After that the research of similar types of products is presented. The next part comprises the technological process of individual parts of the workpiece. The main part of the master thesis contains a description of the purpose of individual parts with a detailed depiction followed by the analysis of purchased parts which are not produced separately from the economical aspects. The diploma thesis focuses on the technological process of the production of manufactured part together with the analysis of the used material. The last part contains the technical-economical evaluation where the price, profitability and profits gained by introducing the product are calculated.

## Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>8</b>
<b>0 ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>1 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>12</b>
1.1 CHARAKTERISTIKA SVAŘENCE.....	12
1.2 DEFINICE PŘÍPRAVKU.....	13
1.3 ROZDĚLENÍ PŘÍPRAVKŮ .....	14
1.3.1 Podle rozsahu použitelnosti.....	14
1.3.2 Podle operačního určení.....	14
1.3.3 Podle zdrojů upínací síly .....	14
<b>2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘÍPRAVKŮ PRO SVAŘOVÁNÍ PODOBNÉHO TYPU SOUČÁSTI. ....</b>	<b>15</b>
2.1 ANALÝZA PRVNÍHO PODOBNÉHO TYPU PŘÍPRAVKU.....	15
2.1.1 Upínání pomocí pákových upínek.....	16
2.1.2 Kinematika polohování.....	16
2.2 ANALÝZA DRUHÉHO PODOBNÉHO TYPU PŘÍPRAVKU .....	17
2.2.1 Detailní popis přípravku .....	18
2.3 ANALÝZA TŘETÍHO PODOBNÉHO PŘÍPRAVKU .....	19
2.3.1 Jednoduchá upínací věž.....	19
2.3.2 Upínací věž s tlumičem.....	20
<b>3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ SVAŘENCE .....</b>	<b>22</b>
3.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY SVAŘENCE.....	22
<b>4 NÁVRH SVAŘOVACÍHO PŘÍPRAVKU A ZPRACOVÁNÍ TECHNICKÉ DOKUMENTACE .....</b>	<b>29</b>
4.1 POPIS A ÚČEL JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ PŘÍPRAVKU .....	29
4.2 KUPOVANÉ DÍLY PŘÍPRAVKU .....	33
4.2.1 Hákový nastavitelný upínač.....	33
4.2.2 Vertikální upínač z nerezavějící oceli .....	33
4.2.3 Ojnicový - přímočarý upínač.....	34
4.2.4 Pružina.....	35
4.3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY JEDNOTLIVÝCH VYRÁBĚNÝCH ČÁSTÍ.....	35
4.3.1 Charakteristické vlastnosti materiálu .....	35

<b>5</b>	<b>TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ ...</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>60</b>



## Seznam použitých značek a symbolů

Značení	Význam	Jednotka
A	Tažnost	%
C	Cena přípravku	Kč
CNC	Číslicové řízení počítačem	
$C_{\text{vyp}}$	Maximální cena přípravku	Kč
H	Výška součásti	mm
$h_1$	Hloubka součásti	mm
h	Náklady na údržbu a opravy	%
i	Počet seřízení za rok	
k	Součinitel odpisu a srážek na údržbu	
$k_c$	Konstanta složitosti přípravku	
L	Délka součásti	mm
MAG	Poloautomatické svařování kovů v ochranné atmosféře aktivního plynu	
MIG	Poloautomatické svařování kovů v ochranné atmosféře inertního plynu	
n	Počet kusů	
$n'$	Náklady na jedno seřízení	Kč/dáv
$n_{\text{min}}$	Minimální počet kusů pro rentabilitu	ks
$\varnothing$	Průměr	mm
R	Režie příslušného zařízení	%
$R_e$	Mez kluzu	Mpa
$R_m$	Mez pevnosti	Mpa
$R_p$	Zhodnocení rentability	Kč
S	Náklady seřízení stroje za rok	Kč
T	Počet roků v provozu	rok
TIG	Svařování elektrickým obloukem za pomoci netavící se wolframové elektrody v ochranné atmosféře inertního plynu	
$T_{\text{vyp}}$	Doba práce na přípravku pro výpočet rentability	rok



U	Úspora na mzdě	Kč/ks
Ur	Rentabilita přípravku	Kč/rok
v	Hmotnost přípravku	kg
WPS	Dokument specifikací svařování	
Z	Zisk	Kč

## **0 Úvod**

Technologie svařování je jednou z nejpoužívanějších metod pro spojování materiálů, hned vedle šroubových spojů a nýťovaných spojů. Svařování má řadu výhod. Umožňuje spojovat různé materiály, různé kvality materiálů i různé tloušťky materiálů. S ohledem na použitou svařovací techniku lze svařovat s přídavným materiálem nebo bez přídavného materiálu.

V počátku procesu svařování je potřeba fixovat polohu základního materiálu. V průběhu svařování je potřeba polohu základního materiálu stále udržovat, protože v průběhu sváření dochází k mechanickému namáhání základního materiálu a svaru. Pro fixaci základního materiálu se vyrábějí speciální svařovací přípravky, které zajistí potřebnou přesnost spojovaného materiálu a odpovídající kvalitu svaru a to i pro opakovaná použití. Na kvalitě fixace záleží kvalita provedeného svaru a efektivita celého procesu svařování.

Obsah této práce je zaměřen na návrh svařovacího přípravku, který se bude používat k fixaci výrobku ve firmě PSBLAS s.r.o. V práci je provedena analýza a vyobrazení různých variant přípravku pro různé součásti. Následuje návrh samotného svařovacího přípravku s popisem jednotlivých částí a popis částí, které je potřeba zakoupit. U vyráběných dílů je uveden technologický postup výroby i s rozбором použitých materiálů.

Podrobně je popsán technologický postup výroby konečného výrobku, tzv. svařence, který vznikne svařením základního materiálu.

Na závěr je uvedeno technicko-ekonomické zhodnocení přípravku. Je hodnocena kvalita svaru a kvalita celého konečného výrobku. Je vypočtena přibližná cena přípravku, vyhodnoceny finanční úspory při využití svařovacího přípravku a další ekonomické zajímavosti celé výroby.

### **Charakteristika společnosti PSBLAS s.r.o.**

Společnost byla založena v roce 2004. Její sídlo se nachází v severovýchodním příhraničí části opavského okresu v obci Píšť. Společnost se zabývá zpracováním plechů na CNC strojích dle požadavku zákazníka. Její zákazníci jsou jak z České republiky, tak i z

Německa, Francie, Holandska a Dánska. V této době tvoří většinu odbytu export do těchto zahraničních zemí. Z počátku se hlavně směřovala na výrobu výpalků. V roce 2009 se společnost rozhodla expandovat na západoevropský trh a tak i investovat do nových výrobních hal a technologií. Nyní má více než 400 zákazníků.

V současnosti provádí zakázkové zpracování plechů a profilů z materiálů: austenitická ocel, obyčejná ocel, nebo i hliník. Portfolio výrobků je široké od: nejrůznějších výpalků, části strojů, konstrukcí, topení, kryty strojů a zařízení, zábradlí až po konstrukce pro stavební výrobu. Ve firmě je prováděno svařování metodou TIG, MIG, MAG, bodové svařování, pálení na laserech do tloušťky 20mm, ohýbání na ohraňovacích lisech, zámečnické práce, tryskání, lakování. Formou outsourcingu je společnost schopna zajistit žárové, galvanické pozinkování, sítotisk.

PSBLAS s.r.o. je vybaveno velkou řadou moderních přístrojů. Jedním z nejnovějších je 3D měřicí mobilní rameno Faro fusion, laser TRUMPF TL 3530 - 3,2 kw, svařovací robot FlexArc D a mnohé další. Zároveň disponuje i kvalitním softwarem: Auto Cad 20013, Jet/Cam, Solid Works 2015, Dialog 3000S.

Výstupní kontrola každé zakázky je prováděna dle příslušných přejímacích plánů a kontrolních postupů. Rovněž je prováděna mezioperační kontrola mezi každou další operací. Samozřejmostí je i provádění kontroly veškerého nakupovaného materiálu dle přejímacích plánů.

Cílenou výchovou, vzděláváním a motivací pracovníků spolu s podporou týmové spolupráce je zde vytvářeno vědomí odpovědnosti pro vykonávané činnosti. Vedení společnosti se zavazuje vytvářet vhodné podmínky a poskytovat potřebné zdroje vedoucí k zefektivnění všech procesů a činností, které podporují zvýšení konkurenční schopnosti společnosti.



Obr.0.1 Logo Firmy PSBLAS s.r.o. [2]

## 1 Cíle diplomové práce

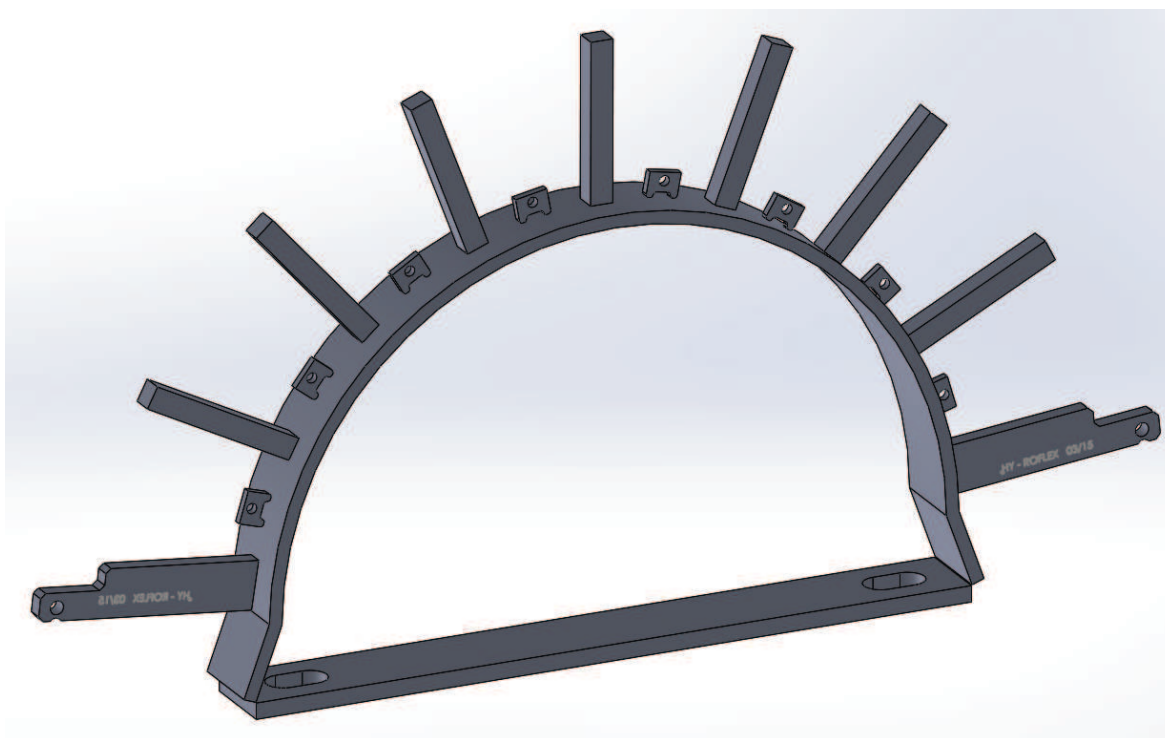
- Provézt analýzu podobných přípravků pro svařování,
- vytvořit technologický postup výroby svařence,
- navrhnout vhodný svařovací přípravek pro dílec,
- zpracovat technickou dokumentaci přípravku,
- vytvořit technologický postup výroby přípravku,
- technicko-ekonomické zhodnocení přípravku.

### 1.1 Charakteristika svařence

Tato svařovaná součást slouží k vedení napájecích kabelů uvnitř větrné elektrárny. Jedná se o inovativní design, který zjednodušuje instalaci a výměnu nových kabelů. Díky rozděleným komorám pro kabeláž je zřetelné, který díl je nutno vyměnit, nebo který kam vede[3].



Obr.1.1 Využití svařované součásti [3]



Obr.1.2 Výrobek, pro který byl navržen svař. přípravek

## 1.2 Definice přípravku

Žádný druh výroby, ať již jde o výrobu ruční nebo strojní kusovou, sériovou nebo hromadnou, se neobejde bez přípravků [1].

Obráběný předmět musí být na stroji upnut tak, aby neustále zachovával vzhledem k nástroji správnou polohu, která se nesmí při práci působením řezných sil měnit. Podobně musí být předmět upnut i při ručním obrábění. Nejjednoduššími pomůckami jsou ruční a strojní svěráky. Avšak nejen při obrábění součástí, ale i při jejich kompletování je velmi často nutno součásti přidržet ve správné poloze, než budou definitivně spojeny (například svařeny). Dále je někdy třeba, aby přípravek vedl nástroj, pokud vedení není součástí obráběcího stroje [1].

Přípravek se dá tedy definovat jako pomocné zařízení určené:

1. k jednoznačnému ustavení a k pevnému uchycení součásti při jejím obrábění,
2. k vzájemnému přidržení součástí při jejich sestavování do celku,
3. k vedení nástroje [1].

## **1.3 Rozdělení přípravků**

### **1.3.1 Podle rozsahu použitelnosti**

- a) Na univerzální přípravky k upínání několika druhů obrobků téhož typu, různých velikostí a tvarů. Některé z těchto vyžadují pro každý druh obrobku speciální doplněk. Na univerzální přípravky normalizované nebo prodejné podle katalogu.
- b) Na skupinové přípravky, u nich je buď celý přípravek, nebo jeho část společná pro celou skupinu obrobků. Skupinové přípravky se skládají ze stálých a vyměnitelných nebo seřiditelných součástí.
- c) Na stavebnicové přípravky, které se sestavují z typizovaných dílů v určitý přípravek.
- d) Na speciální přípravky k upínání jednoho obrobku podle určité operace. Jedná se o jednoúčelové upínací zařízení, ve kterém je možno obrobek lépe upnout než v kterémkoliv jiném přípravku [1].

### **1.3.2 Podle operačního určení**

- a) Na obráběcí přípravky k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji. Možno zde zakomponovat i vedení nástroje.
- b) Na montážní přípravky k přidržení součásti při jejich vzájemném rozebíratelném i nerozebíratelném spojování. Zde se řadí i svařovací přípravky.
- c) Na kontrolní přípravky, těchto je využíváno k překontrolování správnosti rozměrů.
- d) Na rýsovací přípravky k rýsování součástí před obráběním.
- e) Na ostatní pomocná a dílenská zařízení. Zde se řadí pomůcky, které vylepšují pracovní možnosti stroje, i pomůcky, které jsou využívány k obrábění ploch speciálních tvarů a dají se obrábět na klasických obráběcích strojích jen s přídavným zařízením [1].

### **1.3.3 Podle zdrojů upínací síly**

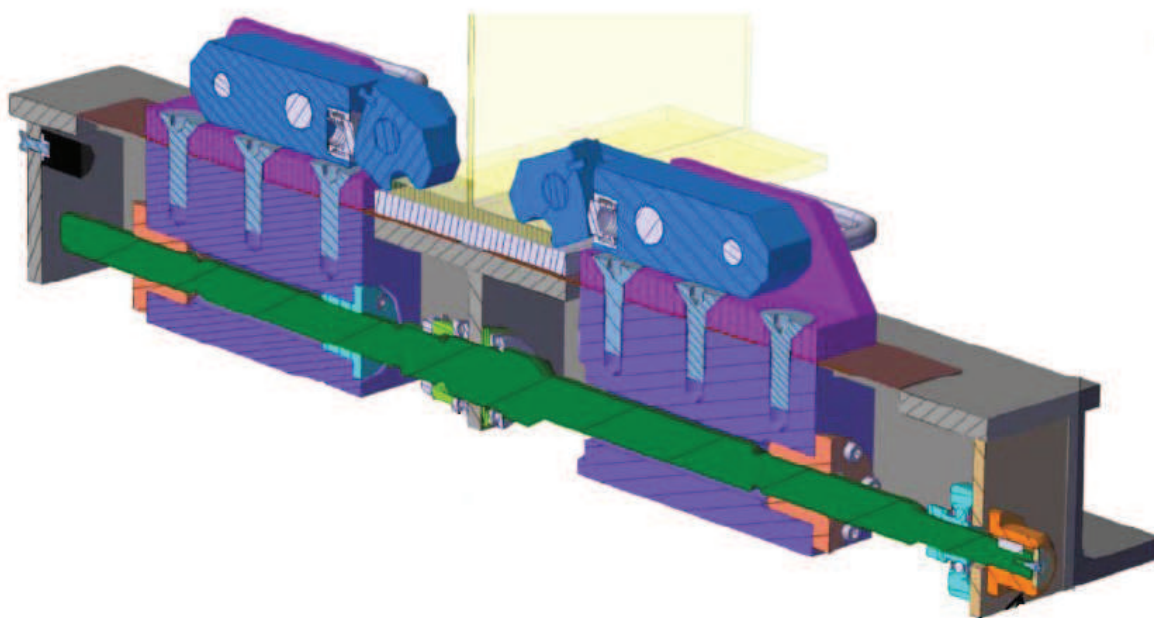
- a) Přípravky s ručním upínáním.
- b) Přípravky s mechanickým upínáním (vzduchovým, hydraulickým, elektromechanickým, magnetickým nebo kombinovaným z několika těchto mechanických upínání) [1].

## 2 Analýza současného stavu přípravků pro svařování podobného typu součástí.

### 2.1 Analýza prvního podobného typu přípravku

Jedná se o přípravek, který byl navržen pro upínání svařenců na robotickém pracovišti, kde se dovažují nastehované podvozkové rámy přípojných vozidel. Zároveň je tento přípravek variabilní na více druhů podvozkových ráků. Díky němu dojde ke snížení počtu svarů, které jsou vytvářeny v nevýhodných polohách a jsou tak technologicky i časově náročné [4].

Bylo navrženo vícero variant přípravku. Výsledná varianta počítá s dovybavením stávajícího robotického pracoviště o polohovací zařízení, které je propojeno s řídicím systémem svařovacích robotů a umožňuje natáčení svařence kolem horizontální osy s možností nastavení vzdálenosti lícních desek. Svařenec je upínán pomocí jednoúčelových upínacích prvků, které jsou ovládány pomocí šroubů s pravo-levým závitem. Na konci závitu je připraven prvek pro nasazení pneumatického utahováku s omezovačem kroutícího momentu, jež nám vytvoří upínací sílu pro ustavení svařence [4].

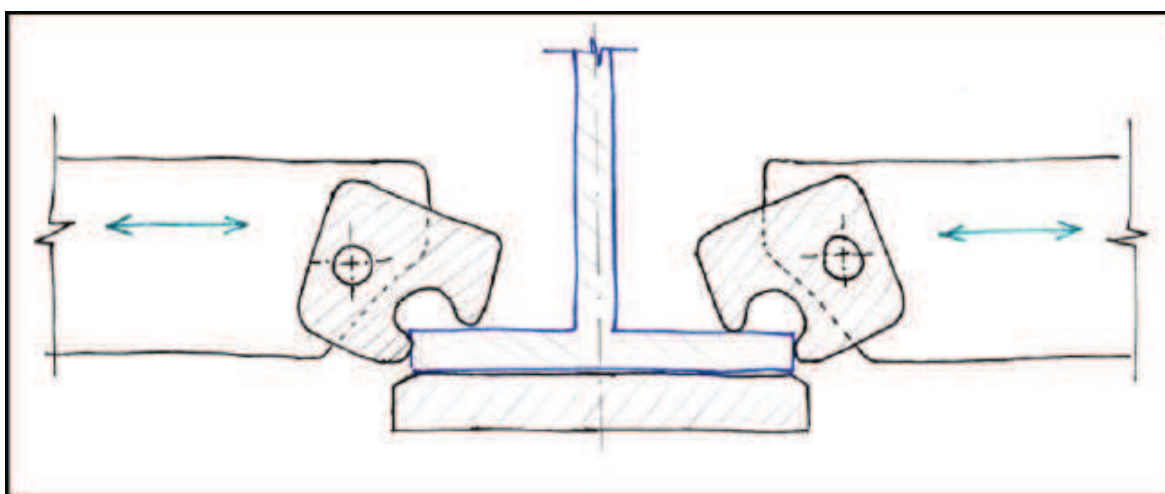


Obr.2.1 Řez hlavní částí přípravku [4]



### 2.1.1 Upínání pomocí pákových upínek

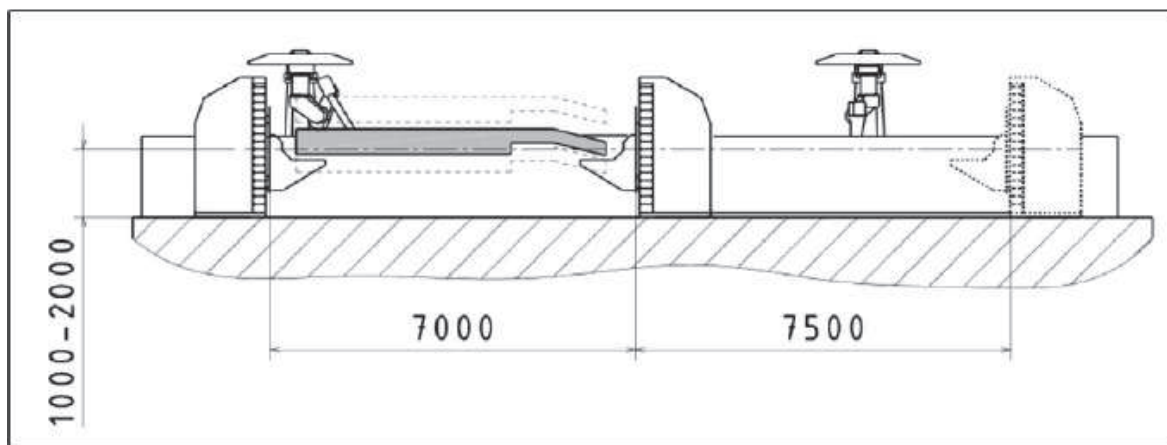
Geometrie těchto upínek umožňuje upnout svařenec v příčném i svislém směru. Vzdálenost upínacích elementů je provázána samosvorným šroubem s pravo-levým závitem, který umožňuje oddalování či přibližování upínacích elementů při otáčení šroubu. Výhodou je přizpůsobitelnost upínacího mechanismu různým šířkám pásnic. Do určité míry lze upínat i pásnice s rozdílnou tloušťkou plechu bez nutnosti přestavování upínacích prvků. Při upínání výrazně odlišných profilů je nutné vyměnit pouze upínací element přizpůsobený jinému profilu. Šroub ovládající příčný posuv upínacích elementů bude vyveden na boku přípravku a pomocí pneumatických utahováků opatřen omezovačem kroutícího momentu. Díky tomu máme možnost součást rychle upnout[4].



Obr.2.2 Schéma principu upínání [4]

### 2.1.2 Kinematika polohování

Polohovací zařízení umožňuje polohovat třemi řízenými osami, a to natáčení svařence kolem horizontální osy, nastavitelnost vzdálenosti lícních desek a zároveň i vertikální zdvih. Při otáčení podvozkového rámu se rám nejprve nadzdvihne a následně dochází k otočení celého rámu nad úroveň podlahy. Následně se podvozkový rám spustí zpět do prostoru dosažitelného svařovacími roboty. Přednost této kinematické struktury polohovadel spočívá ve výrazném zvýšení vertikální dostupnosti svařovacích robotů. Díky tomuto zařízení je pracoviště velice variabilní a lze ho použít i pro svařování dalších typů svařenců obdobných rozměrů, hmotností [4].

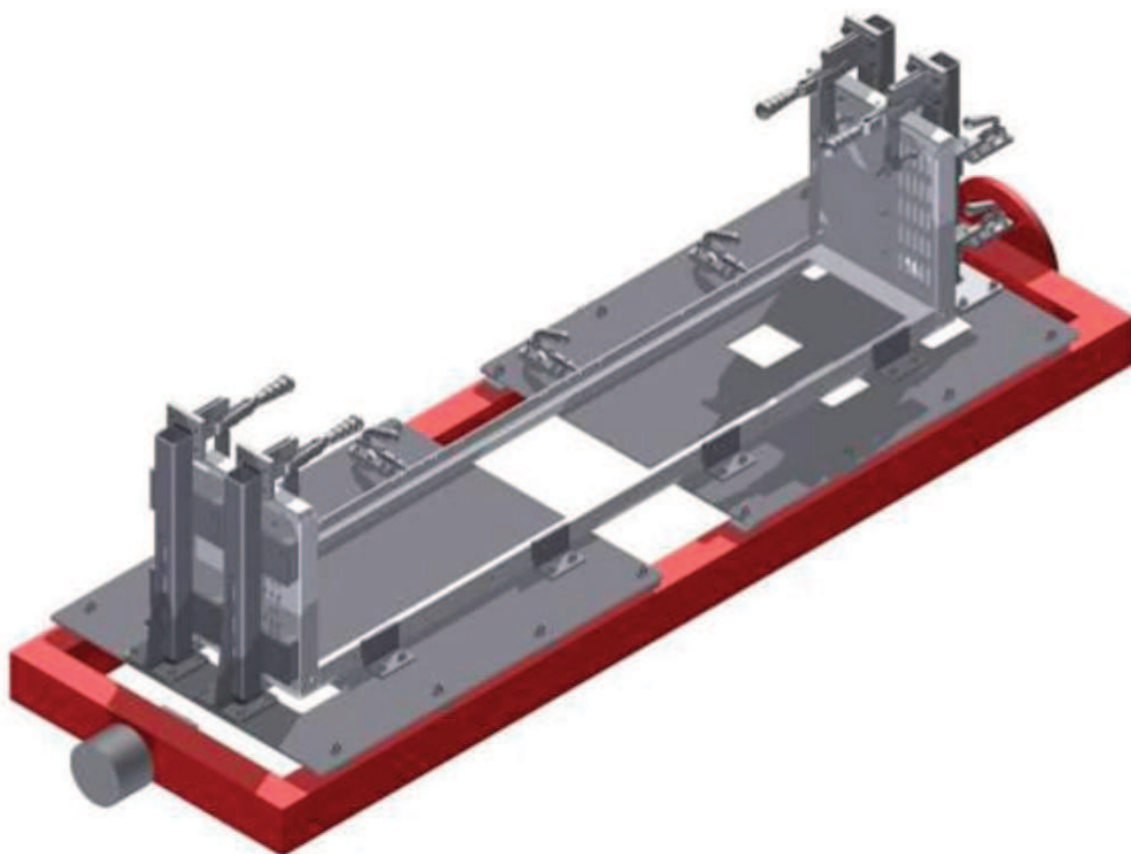


Obr.2.3 Podélný řez svařovacím pracovištěm s posuvnými polohovadly s vertikálním zdvihem [4]

## 2.2 Analýza druhého podobného typu přípravku

Tento přípravek byl rovněž navržen pro svařování na robotizovaném pracovišti, a to pro svařování montážního dílu pro outdoor cabinet. Zároveň je variabilní pro dva druhy svařenců, které se liší určitými rozměry [5].

Byly navrženy tři varianty svařovacího přípravku. Tyto návrhy byly vyhodnoceny a byla zvolena varianta číslo tři, která splnila všechna zadaná kritéria na konstrukci přípravku. Ve zvolené variantě je využíváno plechových výpalků, rychloupínacích upínek a standardních spojovacích materiálů [5].



Obr.2.4 Návrh svařovacího přípravku [5]

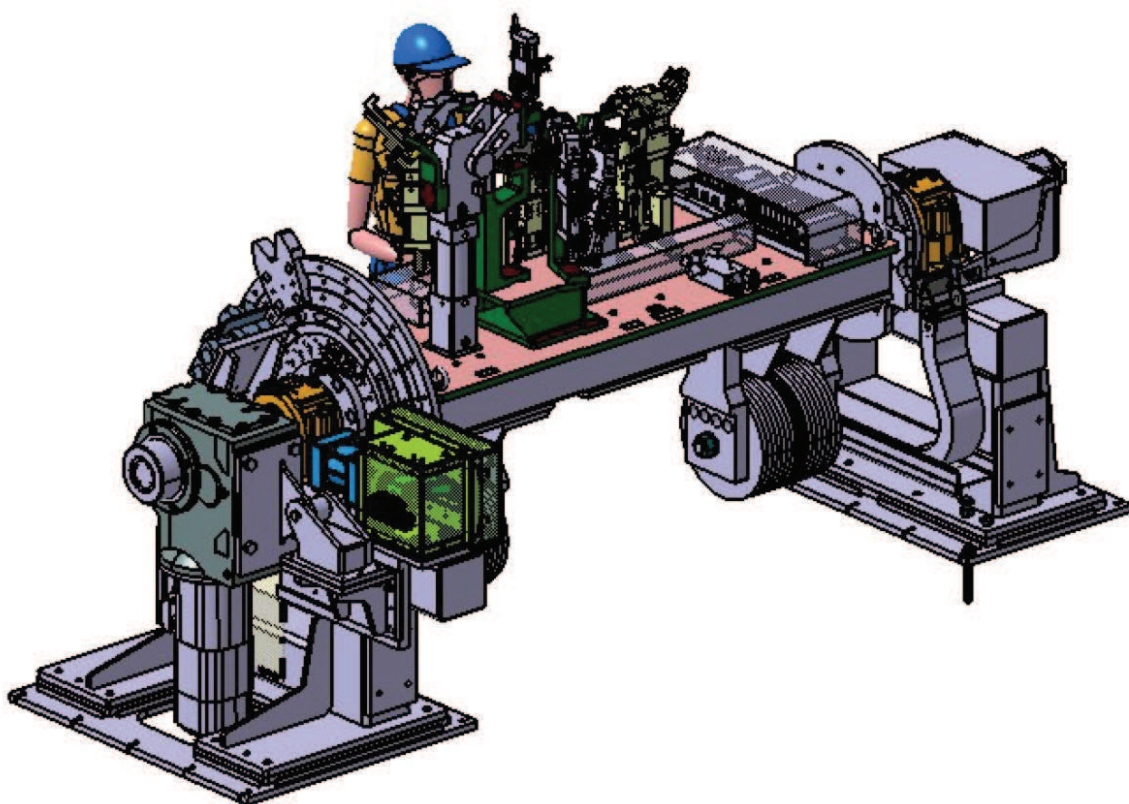
### 2.2.1 Detailní popis přípravku

Tato varianta přípravku vychází komplexně z výrobních možností firmy, ve které se bude využívat, a to Hestego a.s. Tato společnost se zabývá zpracováním plechových výrobků a vlastní jak laserové, tak i vysekávací stroje pro dělení materiálu. Dále má ve strojovém parku soustruh, frézku, vodorovnou vyvrtávačku a ohraňovací lisy. Celá konstrukce druhé varianty byla navržena tak, aby bylo možné výrobek vyrobit ze standardních materiálů, které společnost nakupuje a tak zajistit co nejnižší cenu. Dle návrhu, který můžeme vidět na obrázku výše, je patrné, že celá konstrukce přípravku je upevněna na základní desce o rozměrech upínacího rámu robotického pracoviště. Základní deska o rozměrech 2500 x 800 mm je vyrobena z hliníku kvůli zajištění nižší hmotnosti. Následně jsou na základní desku pomocí šroubů upevněny dorazy, rychloupínky a konzole, které zajišťují ustavení svařence tak, aby byla dodržena zpřísněná tolerance rozměru šířky  $\pm 0,5\text{mm}$ . Výše uvedená varianta zvolena společností Hestego a.s. se jeví jako nejvýhodnější. Protože splnila všechna kritéria kladená na svařovací přípravek. Rovněž přípravek je navržen tak, aby jej bylo možno rychle přestavět na druhou variantu výrobku. Tato přestavba po změření netrvá déle než 10 minut [5].

## 2.3 Analýza třetího podobného přípravku

Přípravek byl navržen pro svařování tří plechů zadní části karoserie, konkrétně na část pravého zadního blatníku značky Volkswagen [6].

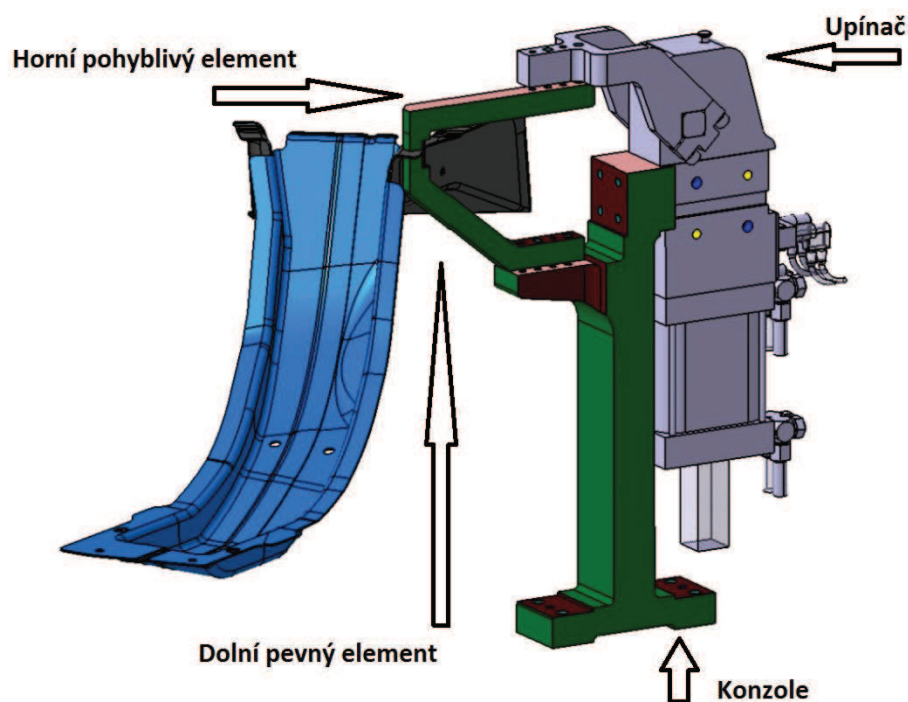
Nejprve byly určeny upínací body pro jednotlivé plechy a zakresleny upínací symboly. Upínací body byly rozděleny do dvanácti upínacích věží (upínací věž je soubor všech dílů přípravku nacházejících se na jedné stojné konzoli). Na celkovém přípravku je kromě upínacích věží i prostor pro popisové destičky, kabeláž, úchyťová oka pro přenos celého přípravku a další důležité komponenty pro funkčnost a konstrukci. Stůl je naklápěcí pro lepší přístup svařovacího robota a svařovacích kleští. Stůl se naklání o 60° [6].



Obr.2.5 Přední 3D pohled na přípravek i s obsluhou [6]

### 2.3.1 Jednoduchá upínací věž

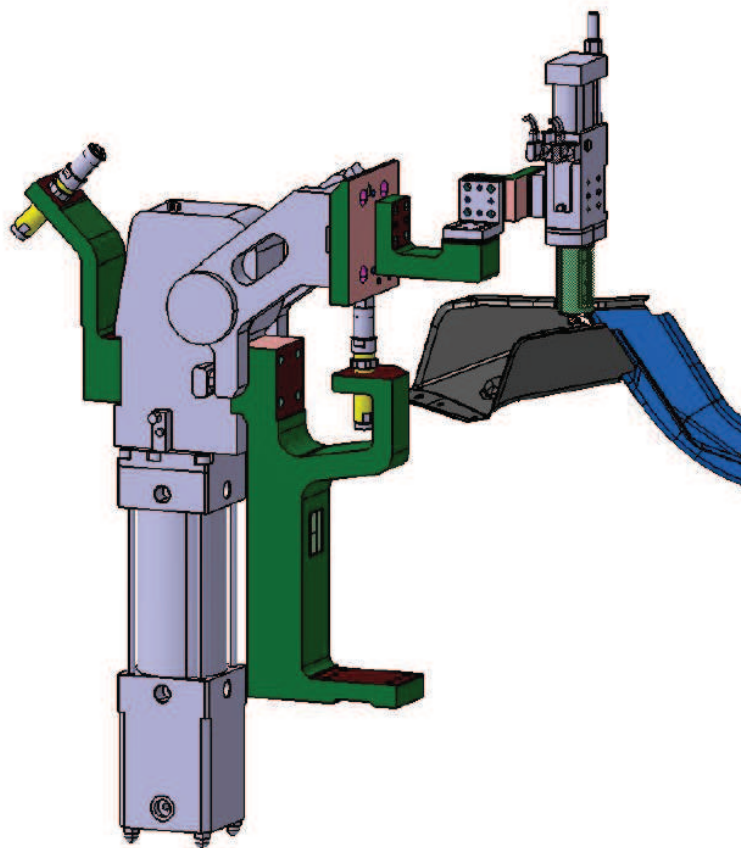
Věž sestává z horního (pohyblivého) a dolního (pevného) upínacího elementu dotýkajícího se plechu. Upínací věž má kolem sebe ideální prostorové podmínky, proto byla rovnou spojena s upínačem V2 63 T12 od firmy Tuenkers, který je připojen k hornímu upínacímu elementu. Další součástí je stojná noha, takzvaná konzole, mezi dolním pevným elementem a upínačem. Mezi upínacími elementy a dalšími prvky jsou pro ještě větší přesnost umístěny dilatační podložky[6].



Obr.2.6 Jednoduchá upínací věž [6]

### 2.3.2 Upínací věž s tlumičem

Jedná se o věž, která drží pouze jeden upínací bod. Upínací kolík je zaveden zhora, jelikož zespodu je bod zneprístupněn jiným plechem. Pro upnutí tohoto bodu byl zvolen zabudovaný kolík ve stahovacím díle. Princip stahovacího dílu je upnutí požadovaných směrů bodu až po zavření upínače a stažení kolíku směrem dolů. Dále se na věži nacházejí distanční podložky, které sahají až za okraj plechu. Podobně jako v předchozím případě je i zde upínač a kvůli hmotnosti upínače jsou zde zabudovány tlumiče na tlumení rázů. Jedná se o tlumič SC650EUM od firmy ACE [6].



Obr.2.7 Upínací věž s tlumičem [6]

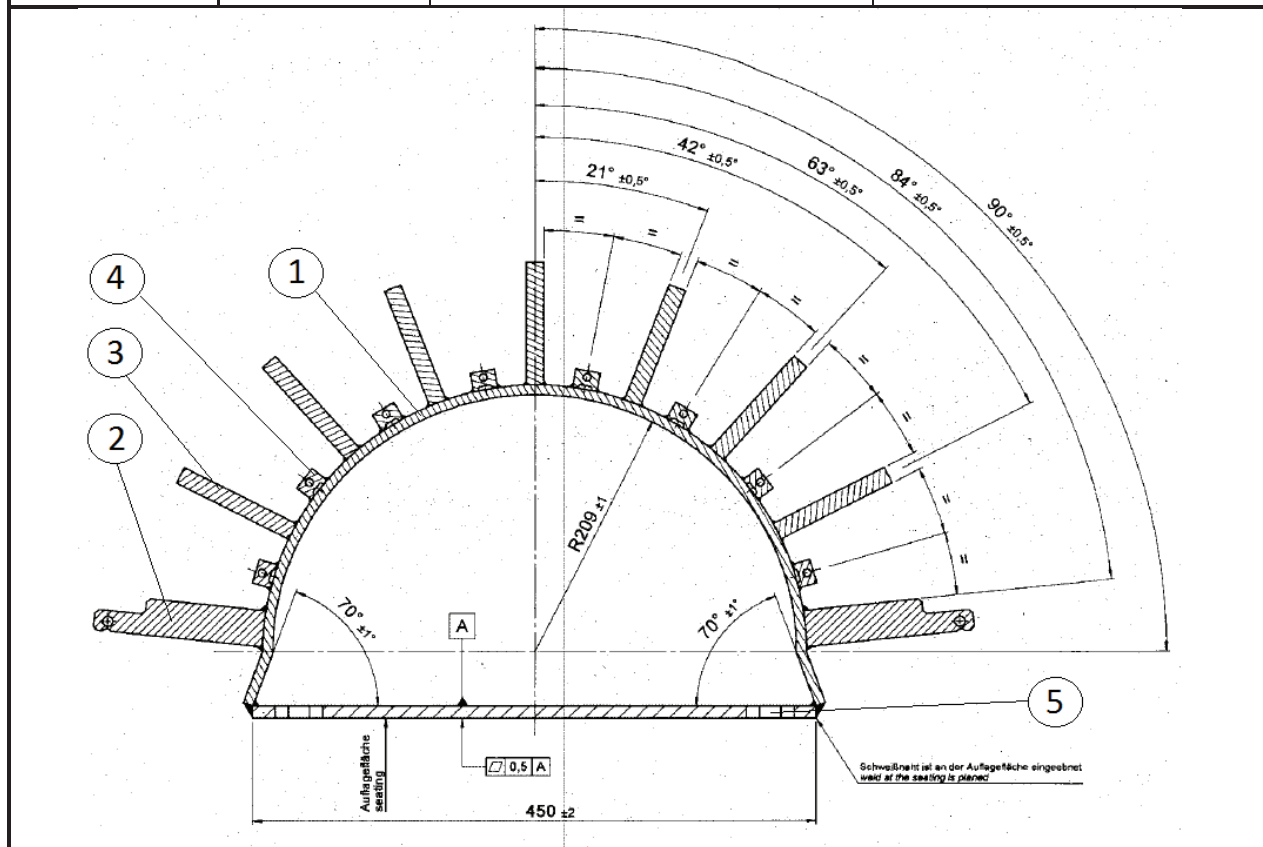


### 3 Technologický postup výroby jednotlivých částí svařence

#### 3.1 Technologický postup výroby svařence

V této části jsou technologické postupy výroby jednotlivých částí svařence a to včetně počtu kusů, pracoviště. Počet kusů byl stanoven dle zakázky přijaté v roce 2015.

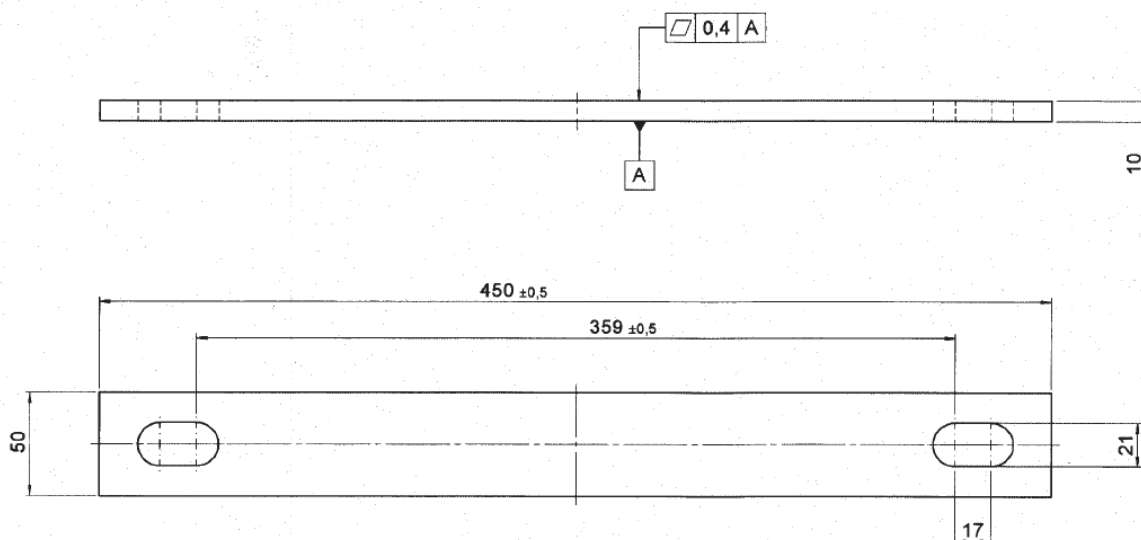
VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Počet kusů:
Datum:	10. 12. 2015	03704230	2 400
Č. pol.	Č. artiklu	Název artiklu:	Počet kusů:
1	3704230-1	Plocháč 50x8x760	2 400
2	3704230-2	Bočnice 10mm	4 800
3	3704230-3	Čtyřhran 14x14x100	16 800
4	3704230-4	Čtudel 5mm	19 200
5	3704230-5	Plocháč spodní 10mm	2 400





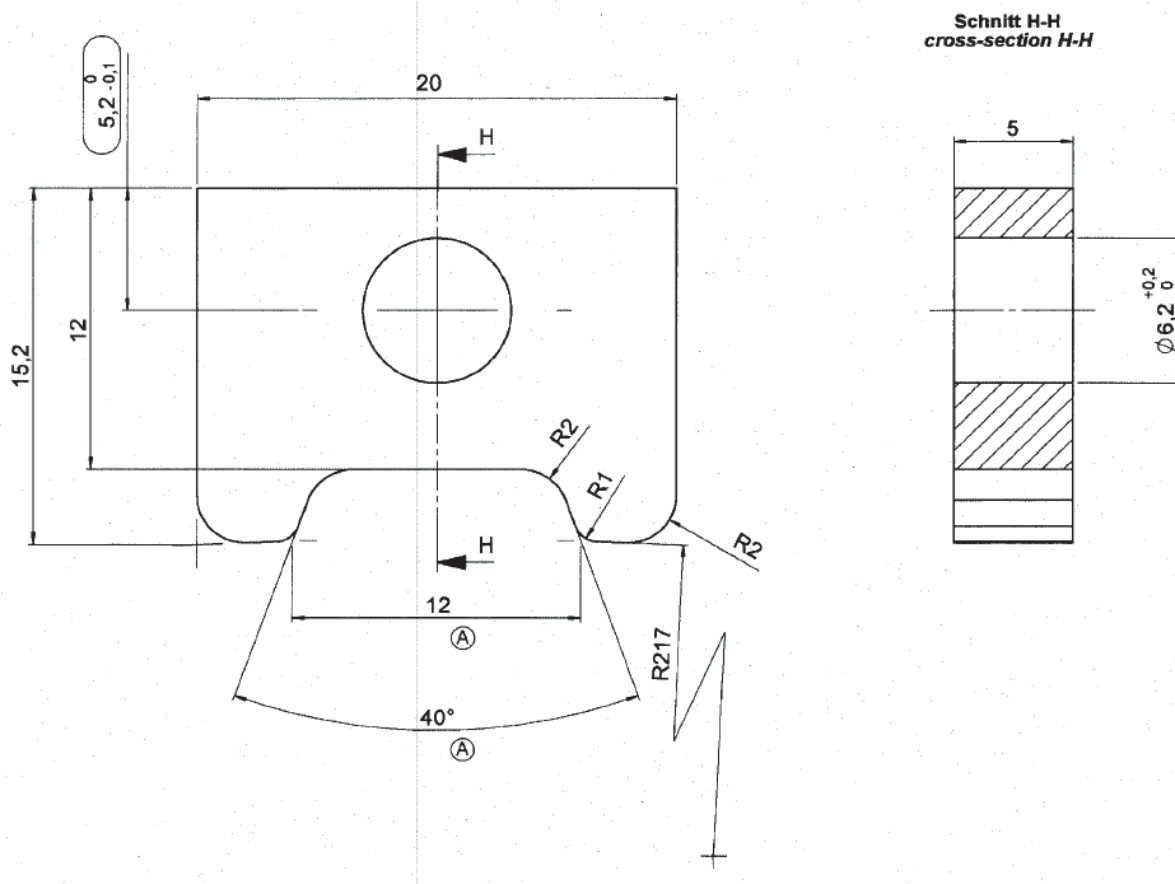
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	30	Svařovací robot FlexArc D	svinovací metr, posuvné měřítko	Výměna stolu, seřízení, vzorek Použit svařovací přípravek: PŘIPRAVEK PRO 03704230 Výměna stolů, správné ustavení přípravku na stůl Svařování programu Kontrola prvního kusu z obou stolů
30	30	Svařovací robot FlexArc D		Svařit pozice dle výkresu Použit svařovací přípravek PŘIPRAVEK PRO 03704230
40	40		měřicí přípravek 03704230-1, ruční bruska, ocelový kartáč	Čištění a kontrola Čištění po svařování od kuliček
50	90			Gal. Zinek – Fe/Zn12/A Galvanický zinek dle specifikace na výkrese!!!
60	80			Kontrola a expedice

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	10. 12. 2015	03704230-5	03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
PLOCHÁČ SPODNÍ		Polotovar: plech tl. 10 mm	2400



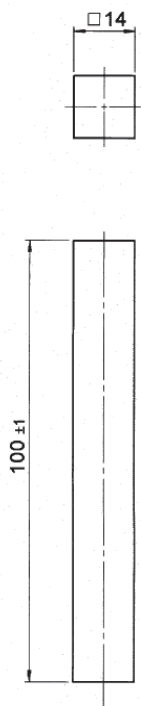
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 1,2 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	10. 12. 2015	03704230-4	03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
ČTUDL		Polotovary: plech tl. 5 mm	19200



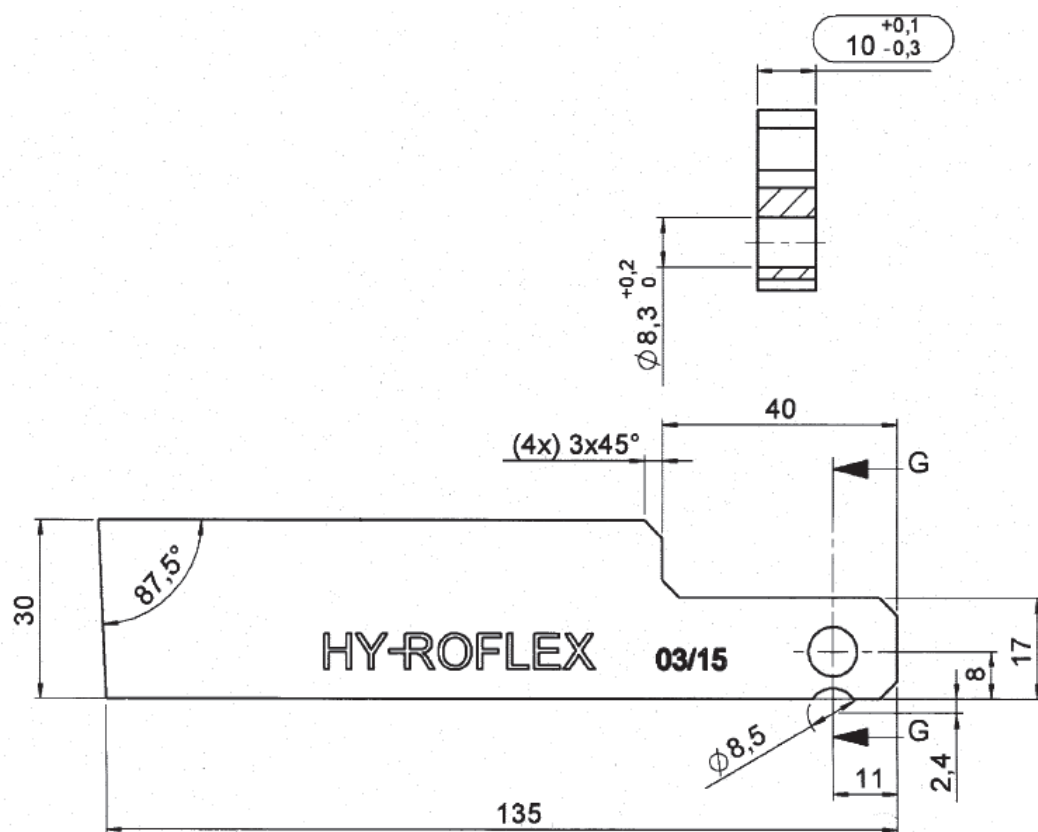
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	10. 12. 2015	03704230-3	03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
ČTYŘHRAN 14x14x100		Polotovár: Tyč čtvercová 14x14	16800

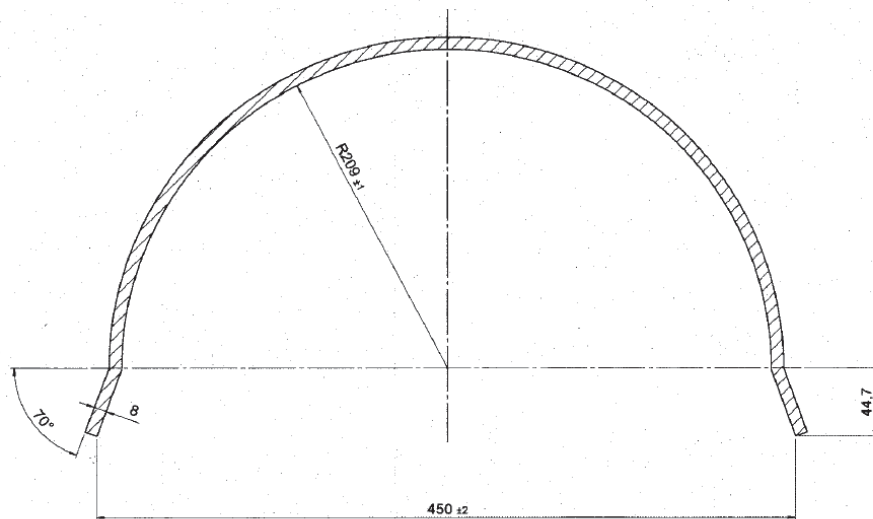
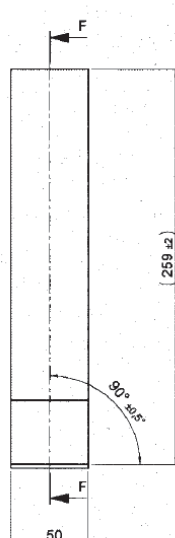


č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	35	Pásová pila Pegas 290x290 A-CNC-LR-F	svinovací metr, posuvné měřítko	ŘEZAT DLE VÝKRESU L =100mm
25	40	Pásová bruska GX 752H	posuvné měřítko	BROUŠENÍ HRAN
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	10. 12. 2015	03704230-2	03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
BOOČNICE		Polotovar: plech tl. 10 mm	4800



č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 1,2 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	60			MEZISKLAD - svařovna

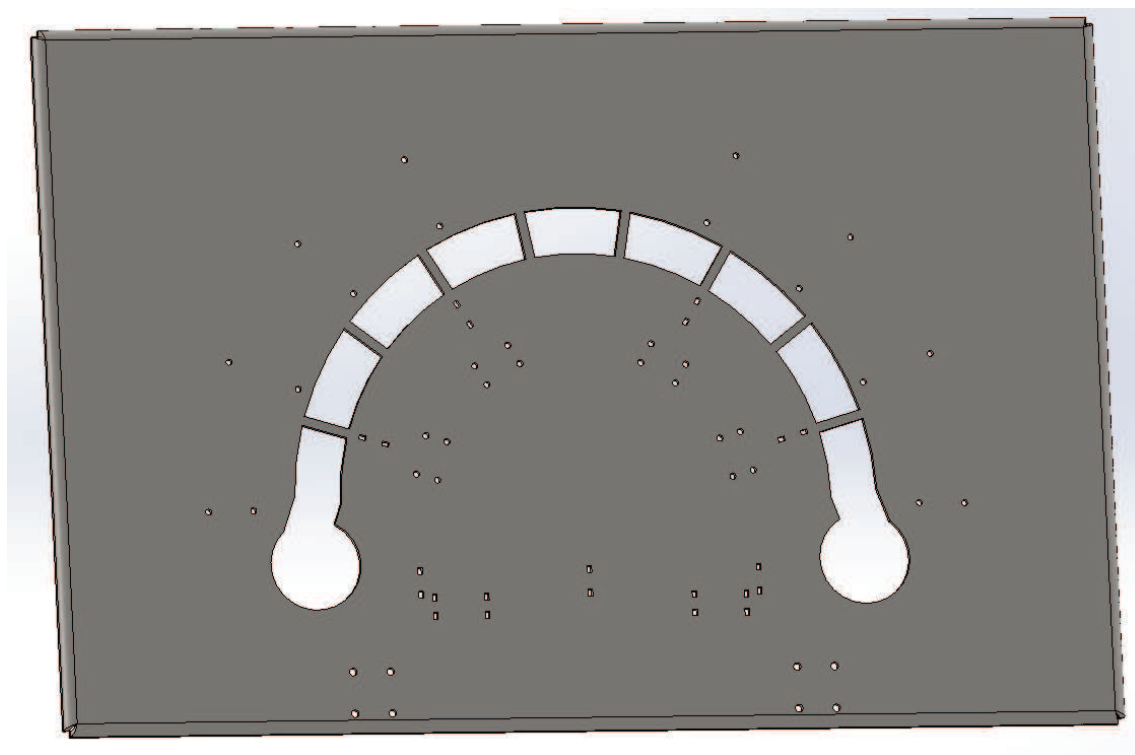
<b>VŠB-TU</b> <b>OSTRAVA</b>		Technologický postup:		Celkem listů:			
				1			
Vypracoval:		Dihel		Číslo výkresu:		Patří do sestavy:	
Datum:		10. 12. 2015		03704230-1		03704230	
Název součásti:				Materiál: S235JRH		Počet kusů:	
PLOCHÁČ 50x8x760				Polotovar: tyč plochá 8x50 mm		2400	
<div><div><p>Schnitt F-F cross-section F-F</p></div><div></div></div>							
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla		Popis práce:		
10	60				Technická příprava výroby		
20	35	Pásová pila GX 752H	svinovací metr, posuvné měřítko		ŘEZAT DLE VÝKRESU L =756mm		
30	20	Truma Bend 5130	posuvné měřítko		Ohnout na lisu, dle výkresové dokumentace		
40	40	Horizontální lis T70 S330			Lisování v příp. - LP - ježci; Zkontrolovat dle vzoru		
50	60				MEZISKLAD - svařovna		

## 4 Návrh svařovacího přípravku a zpracování technické dokumentace

Svařovací přípravek bude navržen tím způsobem, aby vkládání jednotlivých součástí bylo co nejrychlejší, nejjednodušší a přesné. Zároveň bude většina komponentů spojena pomocí šroubového spojení kvůli usnadnění montáže a možné rychlé výměně opotřebovaných dílů. Počet svarů je eliminován z toho důvodu, aby nedocházelo k vnitřnímu pnutí materiálu a tím k nežádoucí deformaci přídržné části.

### 4.1 Popis a účel jednotlivých částí přípravku

Při návrhu přípravku bylo postupováno od základny. Ta musí být dostatečně pevná a rozměrná, aby unesla všechny ostatní části. Okraje jsou ohnuty, aby bylo zamezeno průhybu základny. Dále jsou zde umístěny technologické otvory sloužící pro průchod hubice při svařování svařence. Následně jsou zde viditelné otvory pro upevnění ostatních částí.

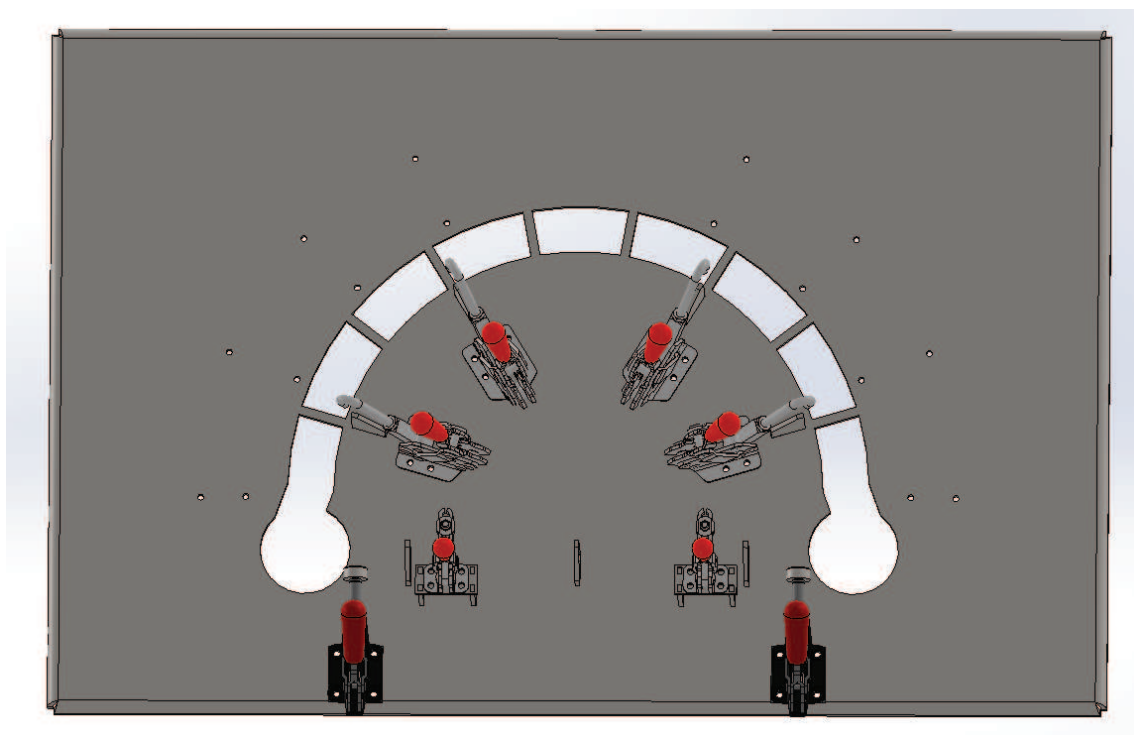


Obr.4.1 Základní deska

Jako další jsou přidány podpěry, které slouží pro opření základních dílů svařence. Vedle podpěr byly přidány upínky zajišťující pevnou a přesnou polohu dílů. Spodní upínky jsou opatřeny nástavci, jež zapadají přesně do otvorů ve spodním plocháči svařence a tím zajišťují jeho přesné uložení v přípravku. Podpěry jsou k základně přivařeny, stejně jako

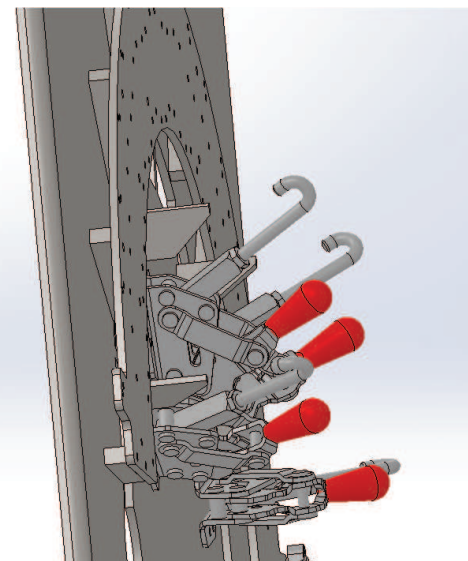
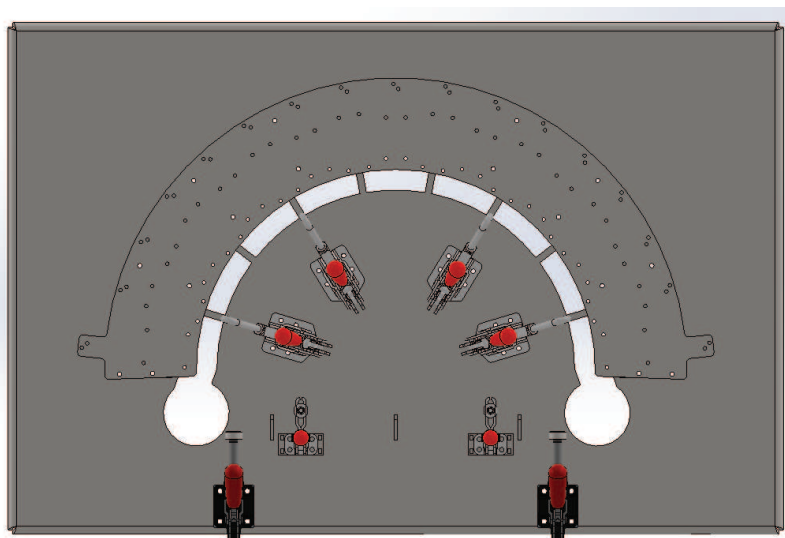


dvě upínky nacházející se uprostřed přípravku. Ostatní díly jsou kompletovány pomocí šroubů.



Obr.4.2 Podpěry a upínače

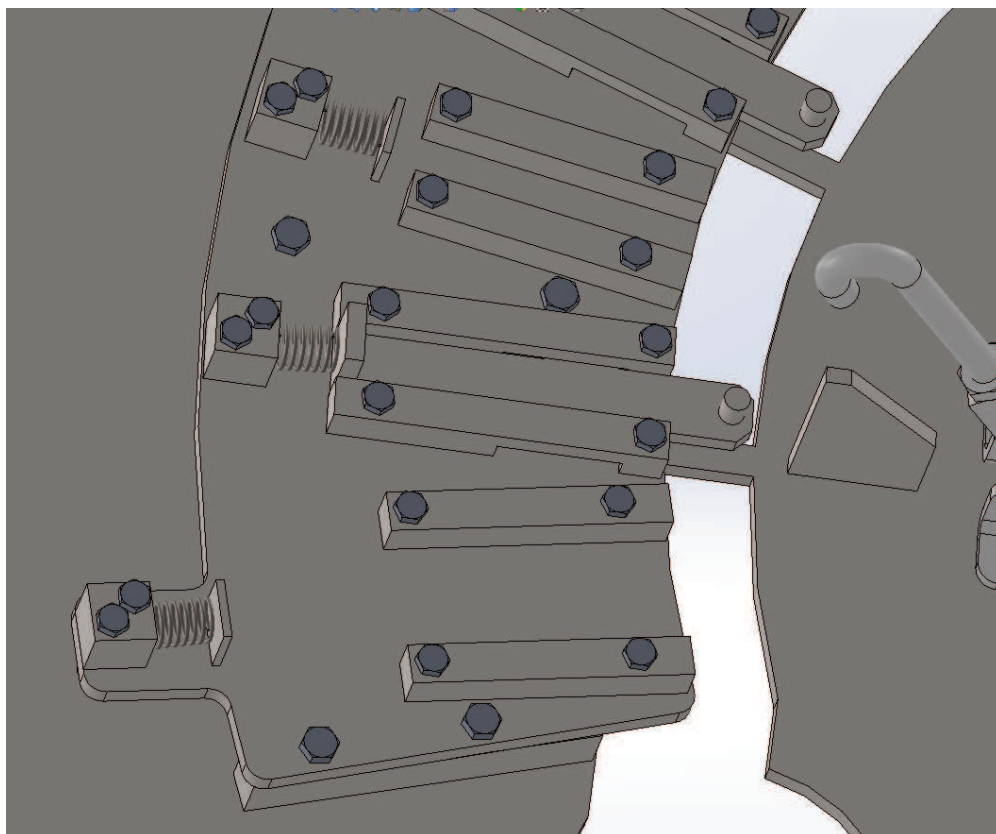
Po té byla vložena na přípravek střední deska, na které se nachází otvory pro zajištění polohy ostatních dílů. Tato součást je vypodložena do takové výšky, aby při vkládání zbývajících dílů svařence byla zajištěna jejich poloha a byly dodrženy tolerance určené na výkresu. Druhým důvodem vypodložení střední desky je skutečnost, že přípravek nesmí být příliš těžký. K tomuto by mohlo dojít, kdybychom nepoužili vypodložení, ale vytvořili součást z jednoho celku. Alternativou by bylo vyfrézovat drážky pro odlehčení, ovšem to by bylo jednoznačně nákladnější.



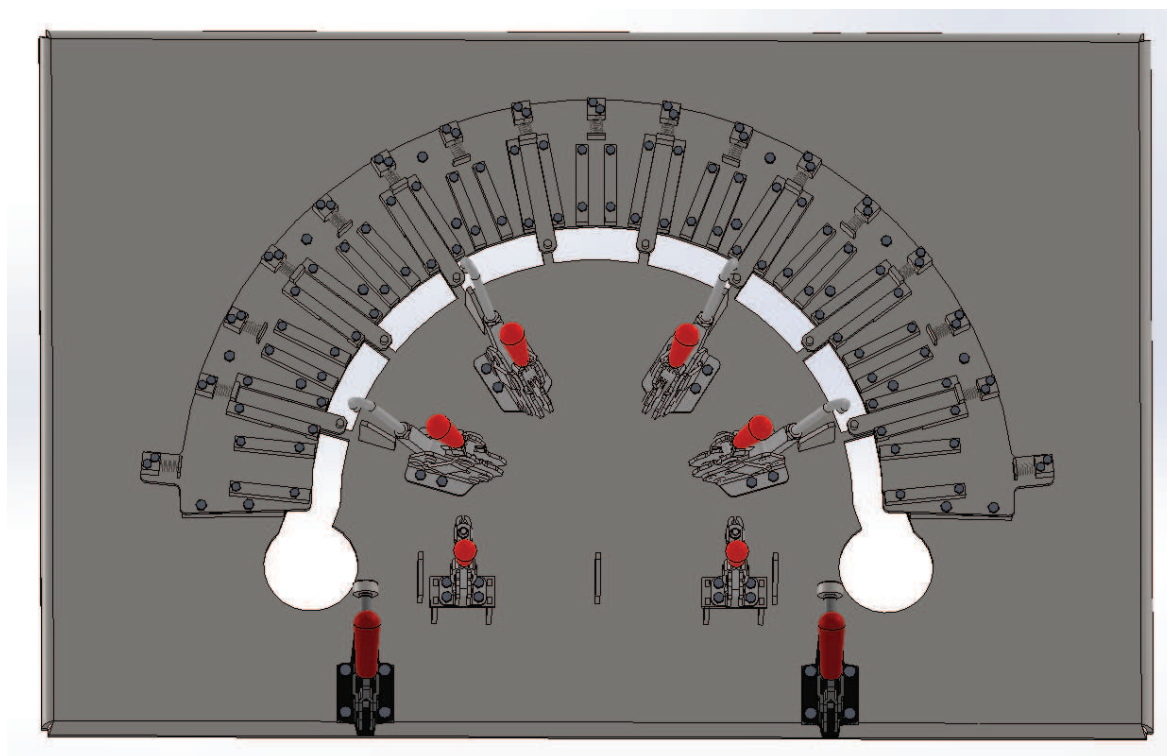
Obr.4.3 Střední deska, podložky

Pro přesné uložení čtyřhranu svařence bylo využito menších kvádrů, jejichž úkolem je fixovat polohu. Z horní strany je čtyřhran přitlačován pružinou, která nám zajistí dokonalé přitlačení a tím zamezí vůli mezi čtyřhranem a plocháčem. Princip je stejný i u bočnic.

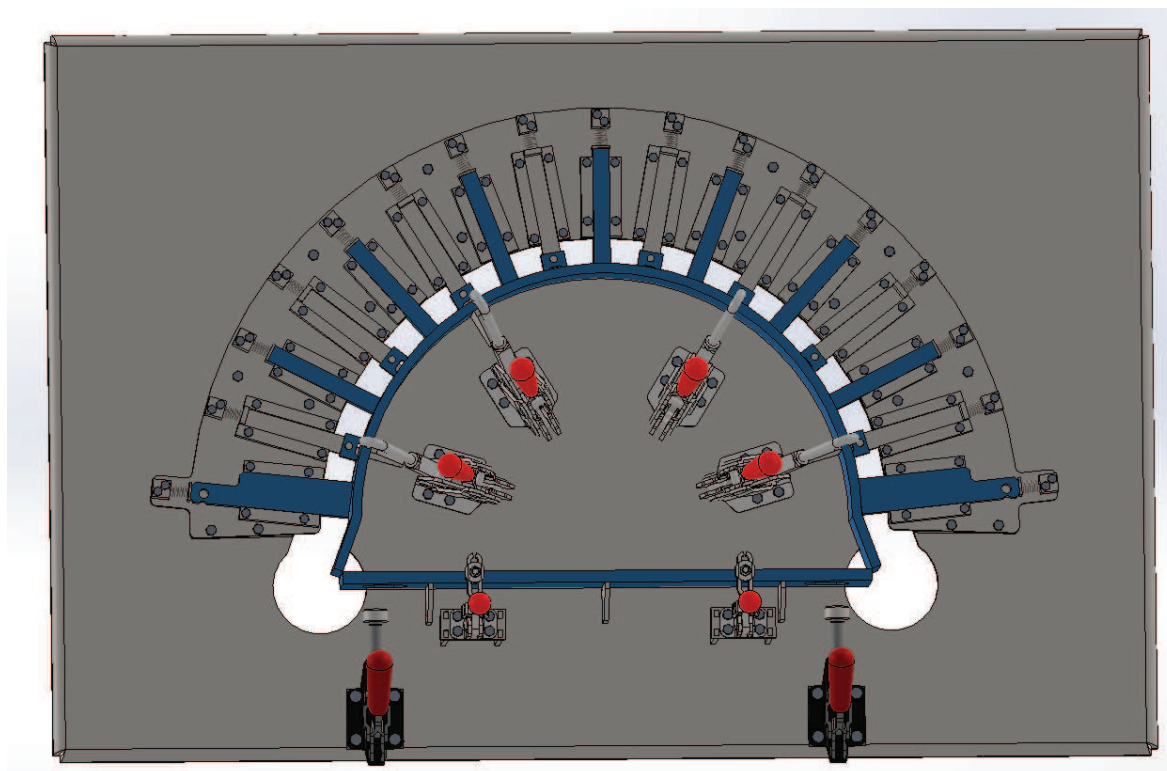
Obdobný princip je využit u umístění čtudlu, ovšem zde je využito ještě tzv. podavače. Tento podavač svou tloušťkou zajistí výškové umístění součásti. Je zároveň opatřen packami pro lepší manipulaci při vkládání. Upevnění čtudlu je realizováno pomocí kolíku.



Obr.4.4 Detail pro uložení čtyřhranu, čtudlu, bočnice



Obr.4.5 Kompletní přípravek



Obr.4.6 Kompletní přípravek i se svařencem

## 4.2 Kupované díly přípravku

### 4.2.1 Hákový nastavitelný upínač

Tento nový hákový upínač nabízí míru bezpečnosti a využitelnosti, kterou nenajdeme při žádném jiném upínači. Nastavitelný hák umožňuje rychlou, bezpečnou a jednou rukou zvladatelnou manipulaci [7].

Vlastnosti:

- Rychlé, bezpečné ovládání jednou rukou,
- integrovaný otvor pro pojistku nebo kolík,
- Inovativní řízený pohyb,
- Jednoduché nastavení a seřízení [7].



Obr.4.7 Hákový upínač [7]

Tabulka 4.1 Parametry upínače [7]

Model číslo	Síla upnutí	Pohyb ramena	Nastavení háku
3051 - R	6,65 N	19 mm	14 mm

### 4.2.2 Vertikální upínač z nerezavějící oceli

Jeden z nejpopulárnějších vertikálních upínačů. Ideální pro použití při kontrolních přípravcích [8].

Vlastnosti:

- Upínač je dodáván s šestihranným přitlačným šroubem a podložkami,
- ergonomická rukojeť,
- nízký profil T-Handle [8].



Obr.4.8 Vertikální upínač [8]

Tabulka 4.2 Parametry upínače [8]

Model číslo	Síla upnutí	Výška pod ramenem	Délka ramene
202 - U	890 N	23,4 mm	43,9 mm

#### 4.2.3 Ojnicový - přímočarý upínač

Vhodný upínač pro přesné horizontální použití s dostatečně velkou upínací silou při zachování malých rozměrů. Zvolený upínač má modelové číslo 603-M, s vnitřním závitem M8 [9].

Vlastnosti:

- Možná aretace v obou koncových polohách,
- dostupná verze s bezpečnostní pojistkou [9].



Obr.4.9 Ojnicový - přímočarý upínač [9]

Tabulka 4.3 Parametry upínače [9]

Model číslo	Síla upnutí	Výška pístu od základny	Zdvih
603-M	2700 N	24,4 mm	31,8 mm

#### 4.2.4 Pružina

Pružina bude vyrobena na zakázku dle výkresu, jelikož ve společnosti PSBLAS s.r.o. nejsou dostupné stroje pro její výrobu. Nakupovat nové stroje, či zkoušet jinou alternativní výrobu by bylo nákladné.

Pružina bude vyrobena u firmy SV výrobní, s.r.o.; či jiné, která s touto výrobou má zkušenosti a nabízí námi požadovanou velikost pružiny.

### 4.3 Technologický postup výroby jednotlivých vyráběných částí

Pro všechny části přípravku byl zvolen materiál ČSN 11 375. Tento materiál je svými charakteristickými vlastnostmi ideální pro toto využití.

#### 4.3.1 Charakteristické vlastnosti materiálu

Značení oceli:

- ČSN 11 375
- Značka oceli - S235JR
- Číslo materiálu - 1.0038

Jedná se o neušlechtilou konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodnou ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů o menší tloušťce, i tavně svařované, namáhané staticky i mírně dynamicky. Součásti vyráběné z plechů, podélně svařovaných dutých profilů a součásti kované pro tepelná energetická zařízení a tlakové nádoby pracující s omezeným přetlakem a teplotou do 300°C [10].

Z této oceli lze vytvářet vtokové objekty vodních turbín, spirální skříně vodních turbín, vrata plavidlových komor, klapky uzávěrů. Dále podvozky a spojky vagónů [10].

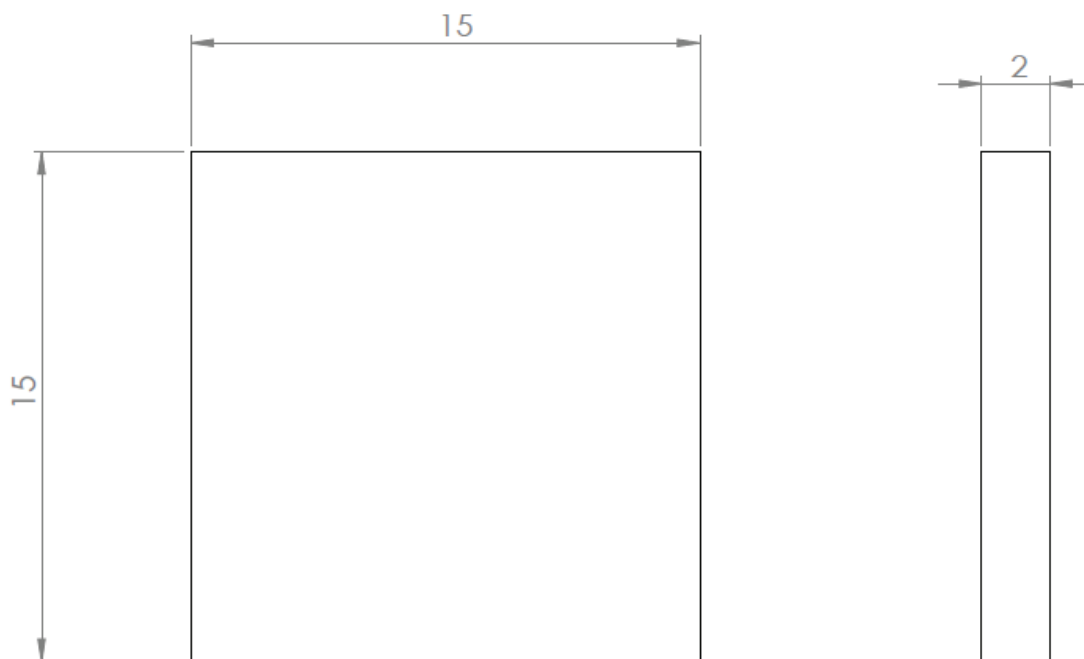
Tabulka 4.4 Chemické složení [11]

C max [%]	Mn max. [%]	Si max. [%]	P max. [%]	S max. [%]	N max. [%]
0,19	1,5	-	0,045	0,045	0,014

Tabulka 4.5 Mechanické vlastnosti pro výrobky jmenovité tloušťky  $\leq 16$  mm [11]

$R_e$ min. [MPa]	$R_m$ min [MPa]	A [%]
235	360 - 510	26

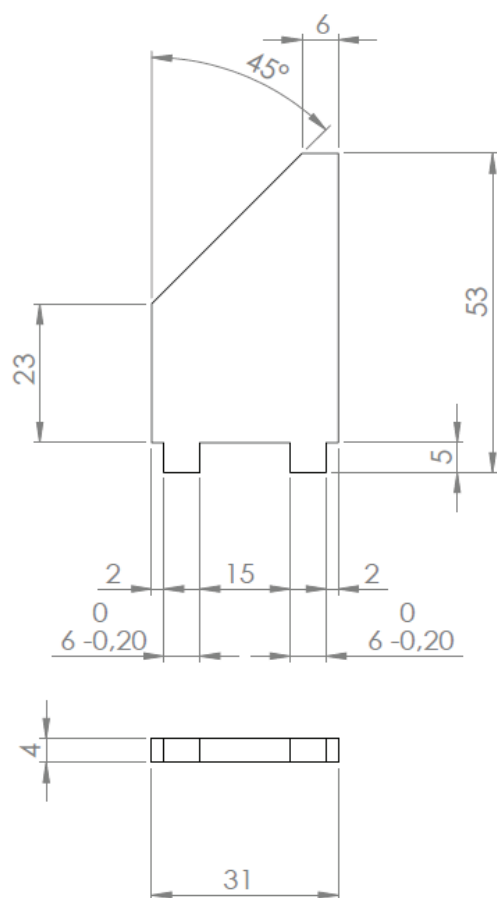
<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Destička_pro_pružinu	PŘIPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
DESTICKA PRUZINY		Polotovar: plech tl. 2 mm	9



č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 2 mm	Pálení laser N
30	60			MEZISKLAD - svařovna

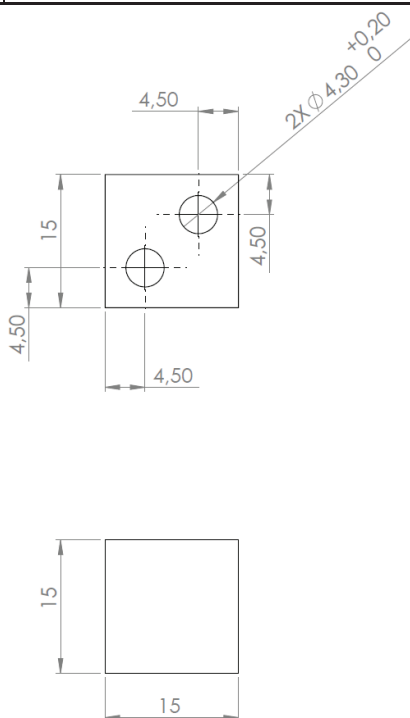


<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Díl2	<b>PŘÍPRAVEK PRO</b> 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
PODPĚRA		Polotovár: plech tl. 4 mm	7



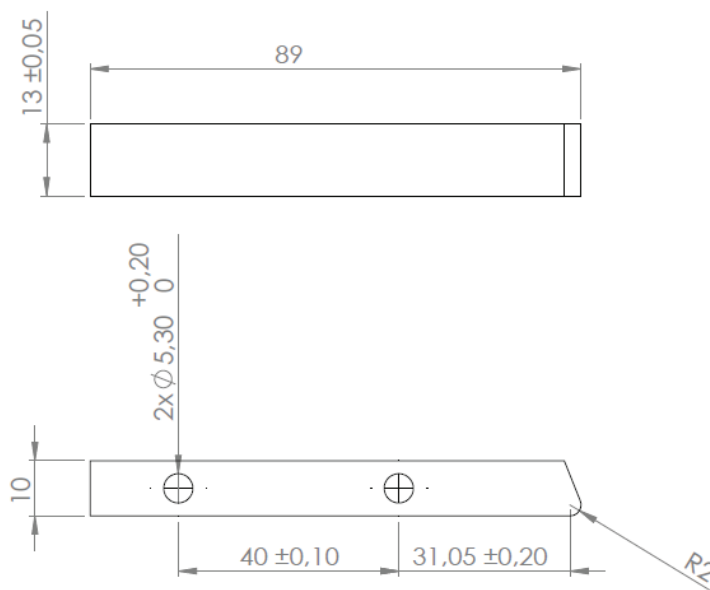
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Kostka pro pružinu	PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
KOSTKA		Polotovár: tyč čtvercová 15x15x6000	17



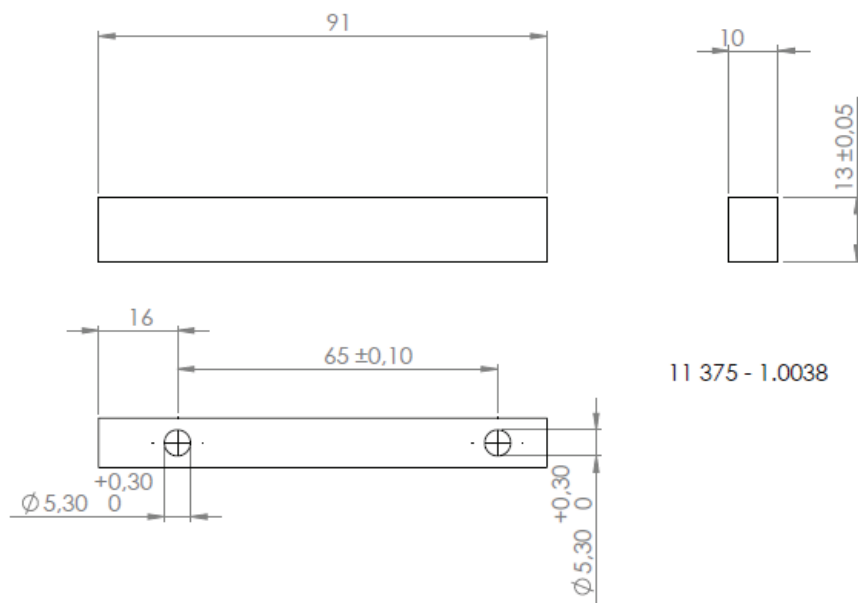
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	35	Pásová pila Pegas 290x290 A-CNC-LR-F	svinovací metr, posuvné měřítko	ŘEZAT DLE VÝKRESU L =15mm
25	40	Pásová bruska GX 752H	posuvné měřítko	Broušení po řezání
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Mezi_kus_spodni_krajní	PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
MEZI KUS SPOD. KRAJ		Polotovár: plech tl. 15 mm	2

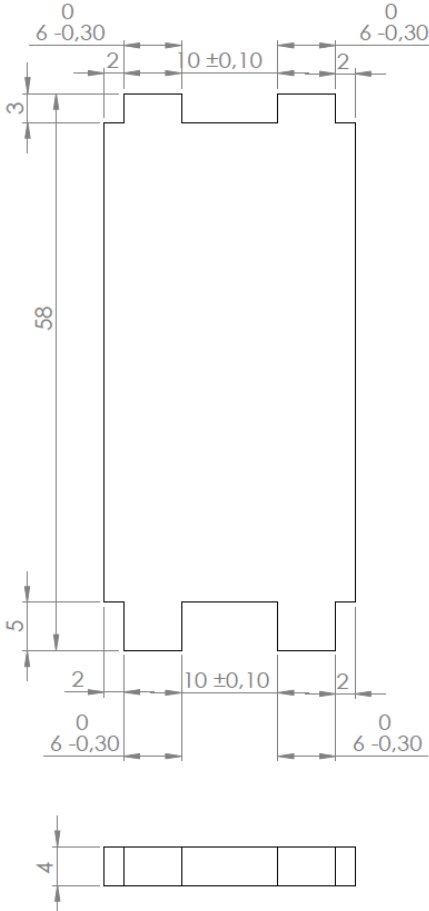


č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 1,4 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
25	70	Frézka FP4MA	posuvné měřítko, mikrometr; R390016A16-11L, R390-11 T3 08M- PL-GL1030	Frézovat horní, spodní plochu na výšku H = 13 mm
30	60			MEZISKLAD - svařovna

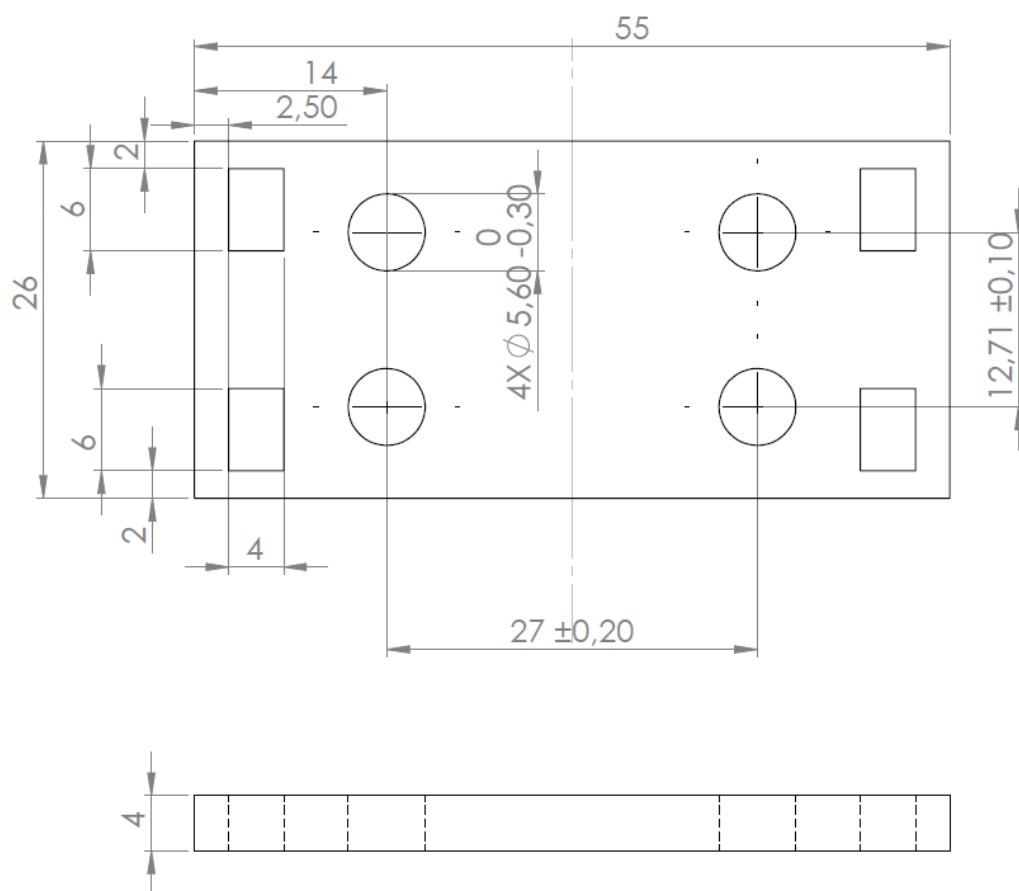
<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Mezi_kus_spodni_stredni_deska	PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
MEZI KUS		Polotovár: plech tl. 15 mm	6



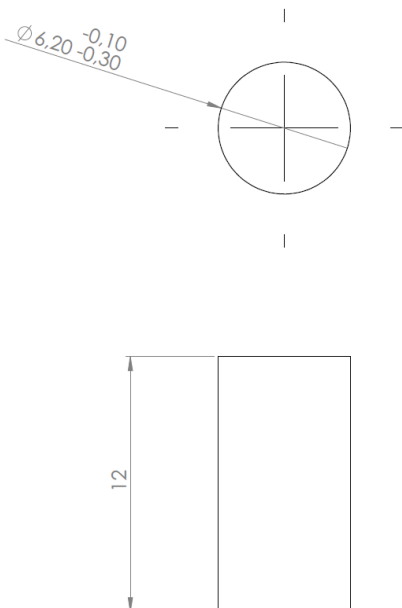
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 1,4 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
25	70	Frézka FP4MA	posuvné měřítko, mikrometr; R390016A16-11L, R390-11 T3 08M- PL-GL1030	Frézovat horní, spodní plochu na výšku H = 13 mm
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU</b> <b>OSTRAVA</b>		Technologický postup		Celkem listů:			
				1			
Vypracoval:		Dihel		Číslo výkresu:		Patří do sestavy:	
Datum:		11. 4. 2016		Pod upinku - bok		PŘÍPRAVEK PRO 03704230	
Název součástí:				Materiál: S235JRH		Počet kusů:	
POD UPINKU - BOK				Polotovár: plech tl. 4 mm		4	
<div></div>							
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:			
10	60			Technická příprava výroby			
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>			
30	60			MEZISKLAD - svařovna			

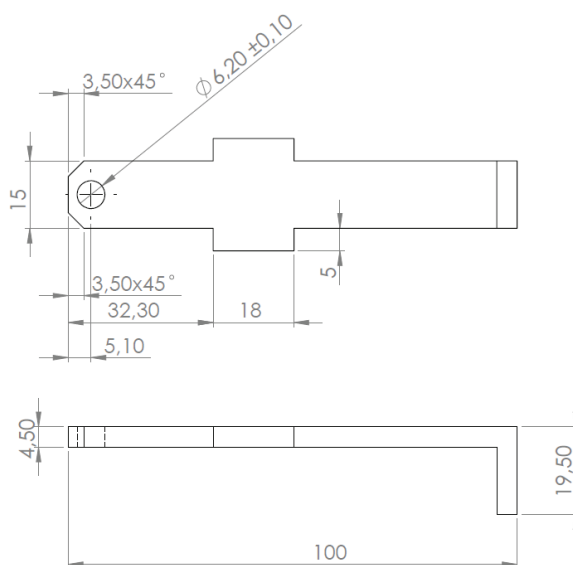
<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Pod upinku - vrch	PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
POD UPINKU - VRCH		Polotovár: plech tl. 4 mm	2



č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	60			MEZISKLAD - svařovna

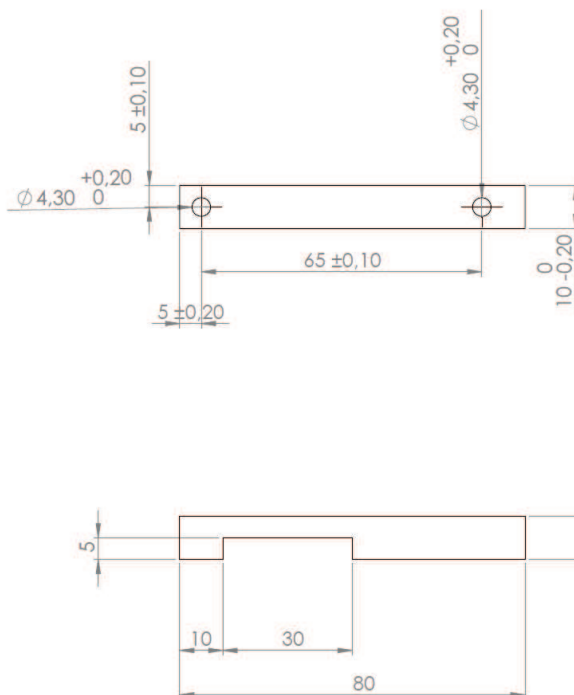
VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup		Celkem listů:
				1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:		Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Pro_čtudl_1		PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH		Počet kusů:
DRZAK CTUDLU		Polotovár: tyč Ø 7 x 150 mm		8
<div></div>				
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	50	Soustruh SOU-1	posuvné měřítko, mikrometr; PCLNR/L 2020K 12, CNMG 12 04 08-QL4215; N123D15-21A2, N123D2-0150- 0001-GF1125	Soustružení Ø 6,2 mm; Upíchnutí na délku L=12 mm
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Pro_čtudl_2	PŘIPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
PRO ČTUDL 2		Polotovár: plech tl. 5 mm	8

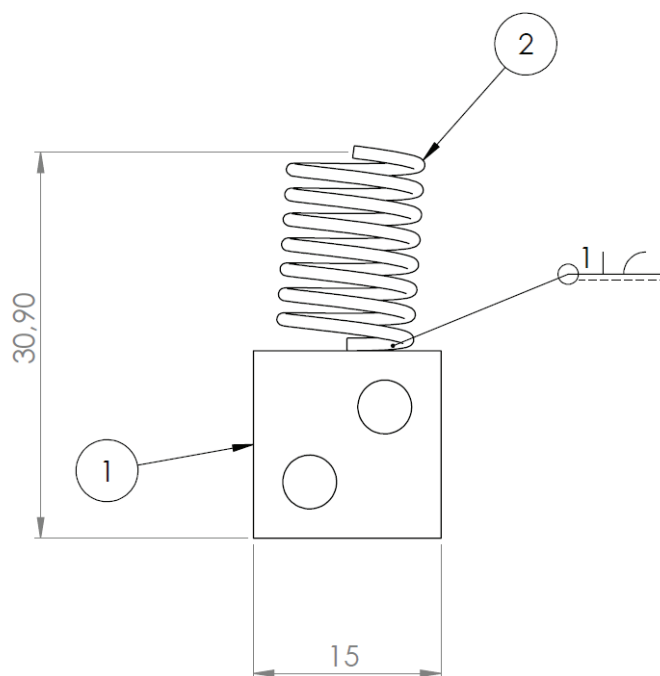


č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	70	Frézka FP4MA	posuvné měřítko, mikrometr; R390- 016A16-11L, R390-11 T3 08M-PL-GL1030	Frézovat horní plochu na výšku H=4,5 mm
40	20	Truma Bend 5130	Posuvné měřítko	Ohnout na rozměr L=100 mm; dle výkresové dokumentace
50	60			MEZISKLAD - svařovna



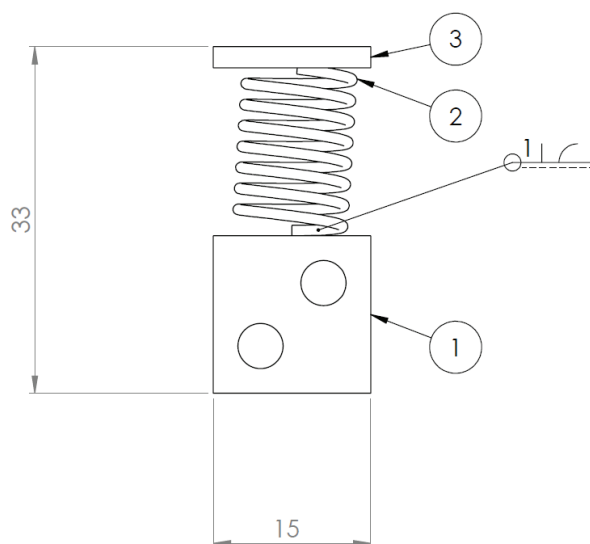
VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup		Celkem listů:			
				1			
Vypracoval:		Dihel		Číslo výkresu:		Patří do sestavy:	
Datum:		11. 4. 2016		Pro_čtudl_3		PŘÍPRAVEK PRO 03704230	
Název součásti:				Materiál: S235JRH		Počet kusů:	
PRO CTUDL				Polotovár: plech tl. 10 mm		16	
<div></div>							
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla		Popis práce:		
10	60				Technická příprava výroby		
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítka, tryska 10 mm		Pálení laser O <sub>2</sub>		
30	70	Frézka FP4MA	posuvné měřítka, mikrometr; R390- 016A16-11L, R390-11 T3 08M-PL-GL1030		Frézovat délku L=30mm, do hloubky h <sub>1</sub> =5mm		
50	60				MEZISKLAD - svařovna		

VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Počet kusů:
Datum:	11. 4. 2016	Sestava_pružiny	8
Č. pol.	Č. artiklu	Název artiklu:	Počet kusů:
1	Pružina	Pružina	8
2	Kostka pro pružinu	Kostka	8



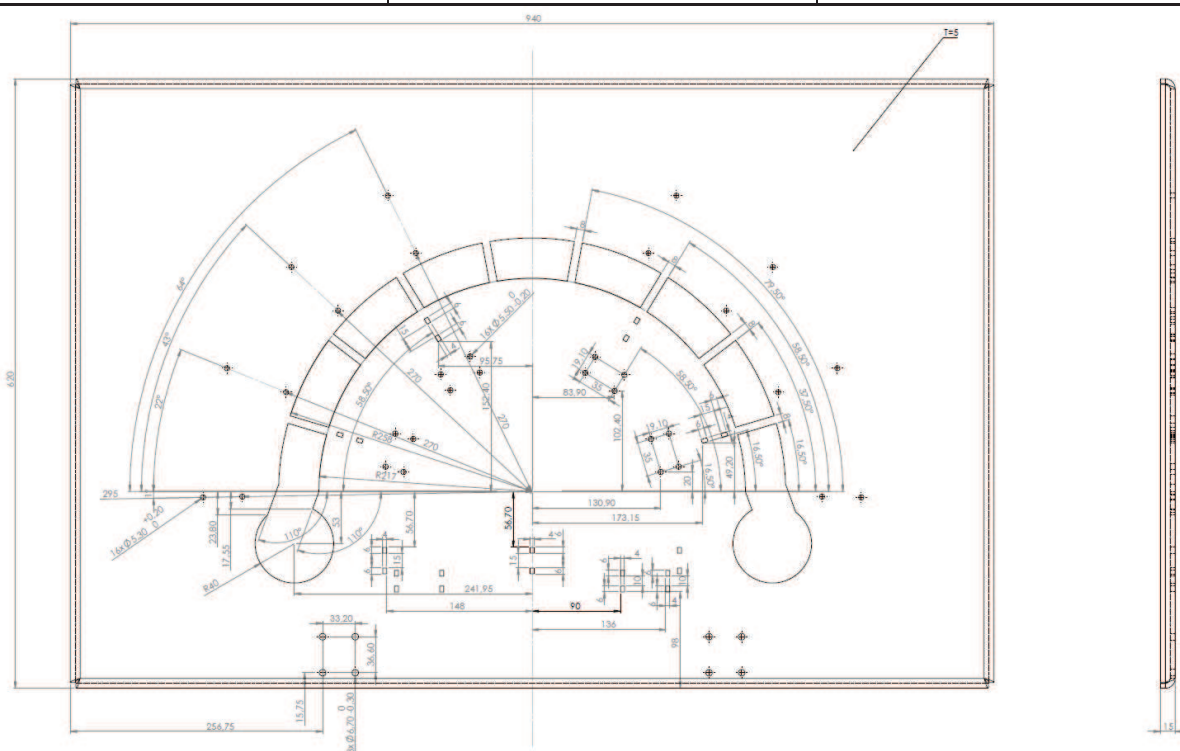
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	30	TIG 2000P HF	posuvné měřidlo	Svařit pozice dle výkresu a dle WPS
30	40		ocelový kartáč	Čištění a kontrola
40	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Počet kusů:
Datum:	11. 4. 2016	Sestava_pružiny_čtyřhran	9
Č. pol.	Č. artiklu	Název artiklu:	Počet kusů:
1	Pružina	Pružina	9
2	Kostka pro pružinu	Kostka	9
3	DESTICKA PRUZINY	Destička_pro_pružinu	9

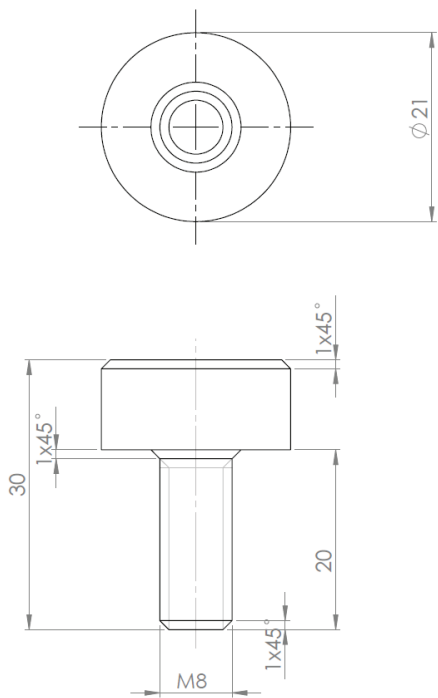


č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	30	TIG 2000P HF	posuvné měřidlo	Svařit pozice dle výkresu a dle WPS
30	40		ocelový kartáč	Čištění a kontrola
40	60			MEZISKLAD - svařovna

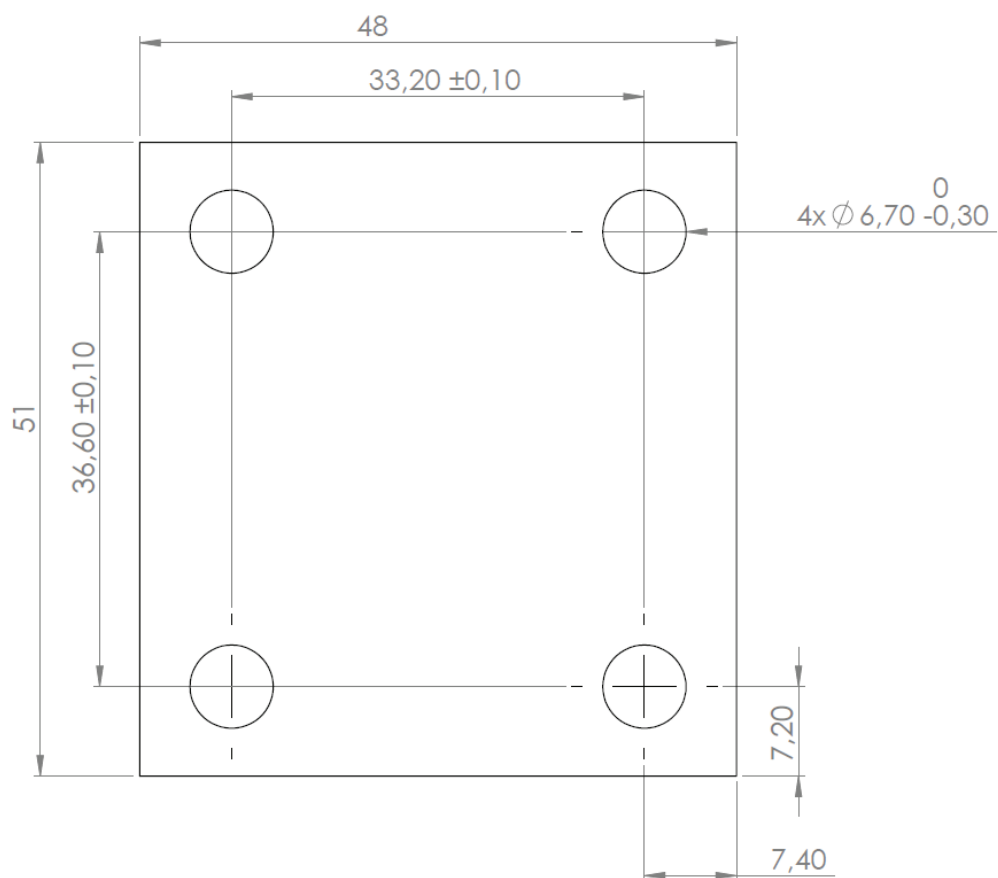
<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	spodni deska	<b>PŘIPRAVEK PRO</b> 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
SPODNI DESKA		Polotovár: plech tl. 5 mm	1



č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
40	20	Truma Bend 5130	svinovací metr, posuvné měřítko	Ohnout dle výkresové dokumentace
50	60			MEZISKLAD - svařovna

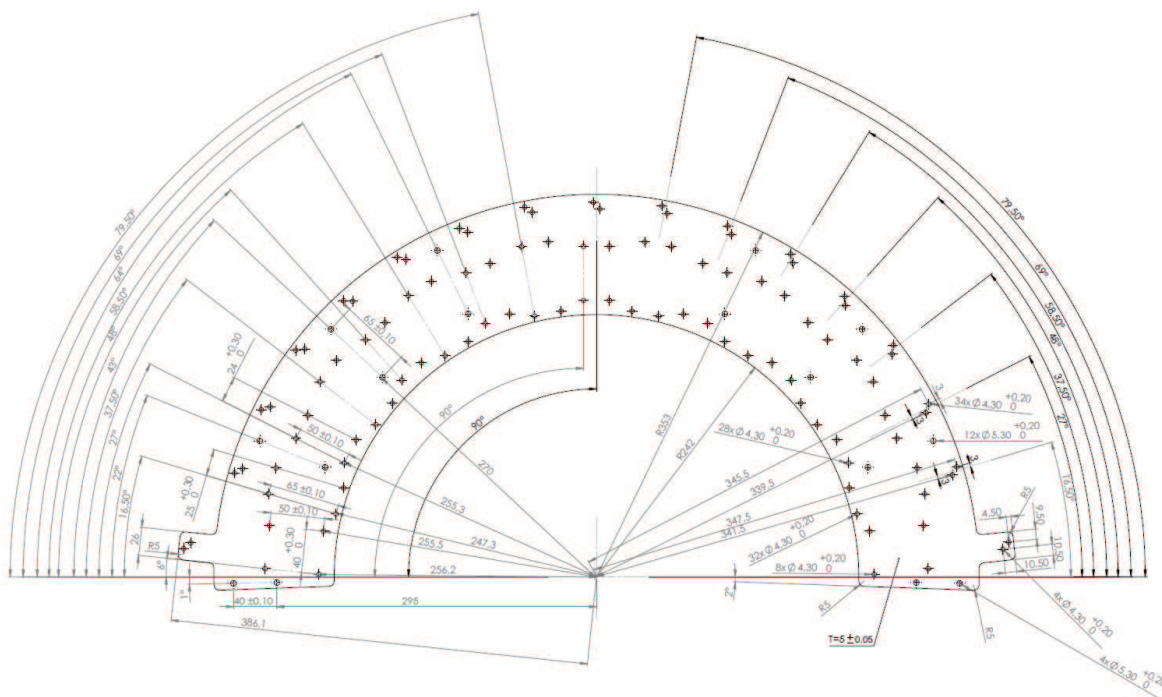
VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup		Celkem listů:
				1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:		Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Spodni upinka nastavec		PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH		Počet kusů:
NASTAVEC		Polotovar: tyč Ø 22 x 70 mm		2
<div></div>				
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	50	Soustruh SOU-1	posuvné měřítko, mikrometr; PCLNR/L 2020K 12, CNMG 12 04 08-QL4215; N123D15- 21A2, N123D2-0150- 0001-GF1125	Soustružení Ø 21 mm, do délky L=10mm; Ø 8 mm, do délky L=20mm; Sražení hran dle výkresu; Upíchnutí na délku L=30 mm
30	40		závitové očko M8	Závitování M8
40	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Spodní upinka podložka	PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
PODLOZKA POD UPINKU		Polotovár: plech tl. 0,5 mm	2

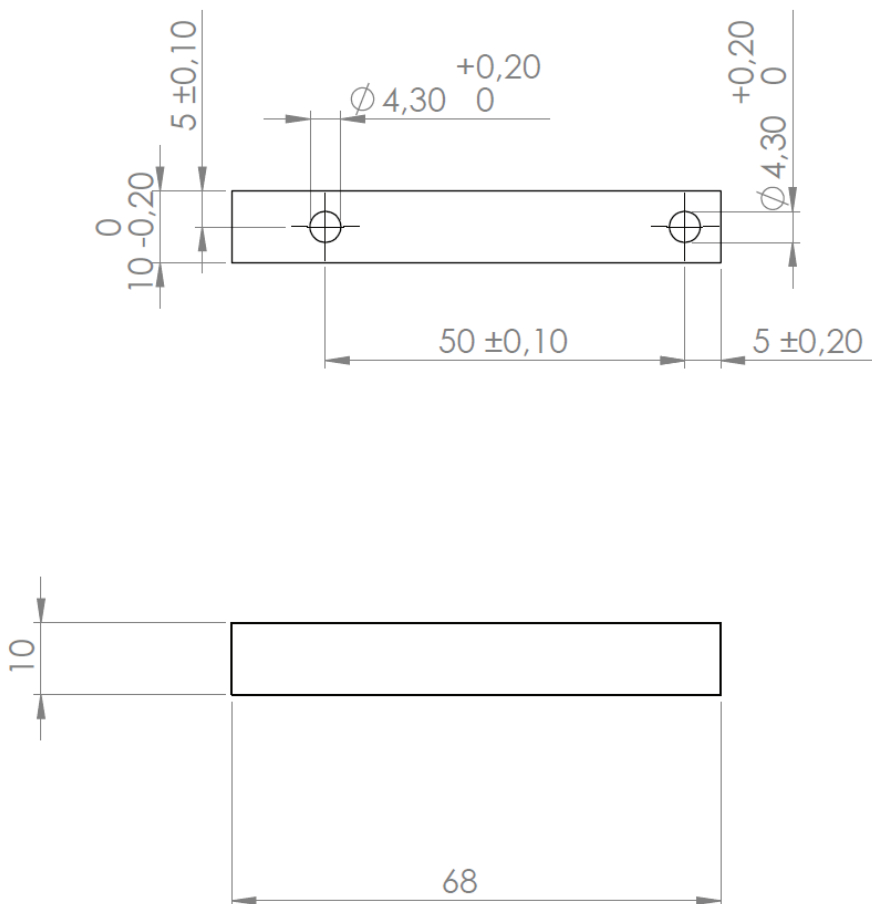


č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko	Pálení laser N
30	60			MEZISKLAD - svařovna

<b>VŠB-TU OSTRAVA</b>		Technologický postup	Celkem listů:
			1
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Datum:	11. 4. 2016	Stredni_deska	PŘÍPRAVEK PRO 03704230
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:
STREDNI DESKA		Polotovár: plech tl. 6 mm	1



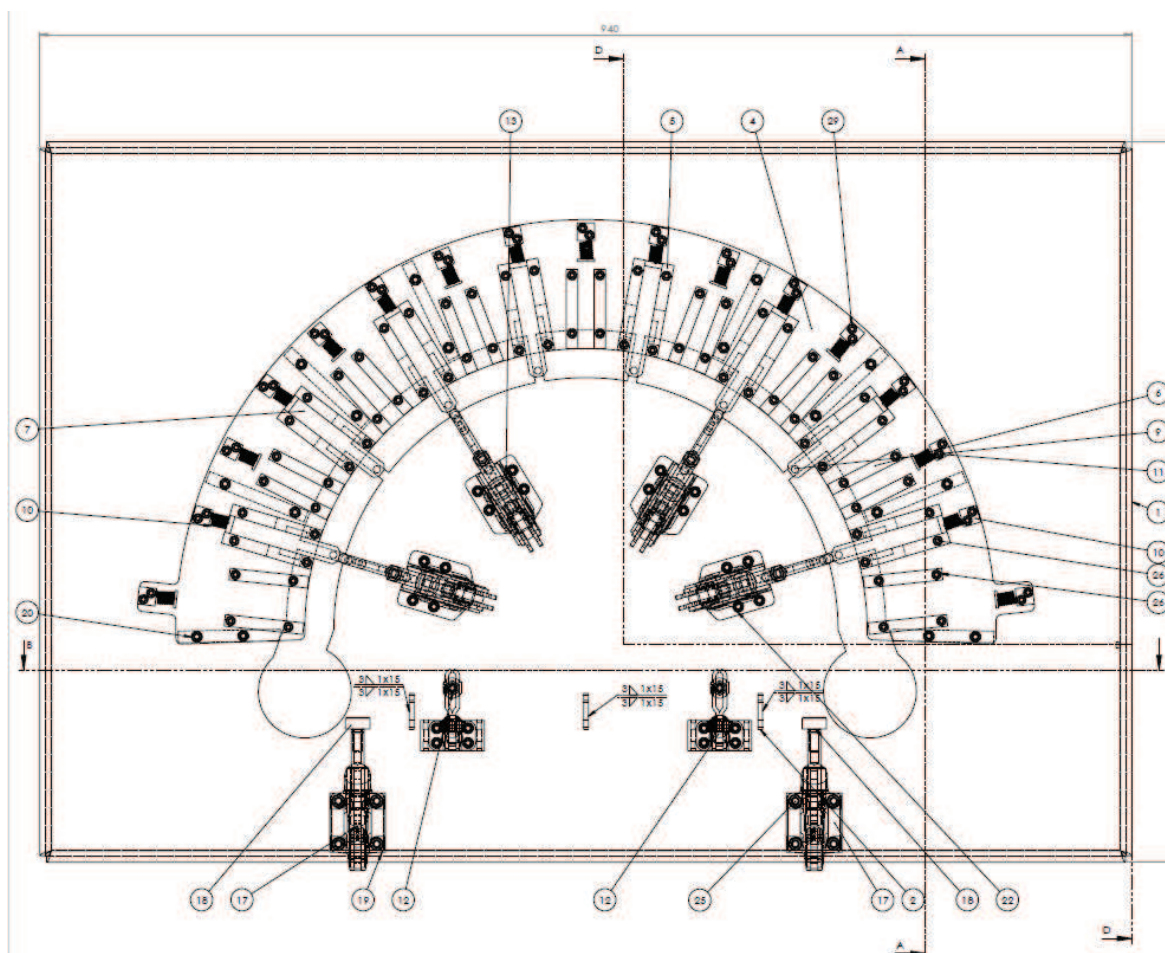
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 0,8 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
25	70	Frézka FP4MA	upnout na magnet, posuvné měřítko, mikrometr; R245- 080A32-122, R245-12 T3 M-PL-GL1030	Frézovat spodní plochu na výšku H = 5 mm
30	60			MEZISKLAD - svařovna

VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Dihel	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Datum:	11. 4. 2016	pro_ctyrhran	PŘÍPRAVEK PRO 03704230	
Název součásti:		Materiál: S235JRH	Počet kusů:	
PRO CTYRHRAN		Polotovár: plech tl. 10 mm	18	
<div></div>				
č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroby
20	10	laser TRUMATIC L3530	svinovací metr, posuvné měřítko, tryska 1,2 mm	Pálení laser O <sub>2</sub>
30	60			MEZISKLAD - svařovna



VŠB-TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:
			2
Vypracoval:	Díhel	Číslo výkresu:	Počet kusů:
Datum:	11. 4. 2016	PŘIPRAVEK PRO 03704230	1
Č. pol.	Č. artiklu	Název artiklu:	Počet kusů:
1	spodni deska	SPODNI DESKA	1
2	Díl2	PODPĚRA	7
3	Mezi_kus_spodni_stredni_deska	MEZI KUS	6
4	Stredni_deska	STREDNI DESKA	1
5	Pro_čtudl_3	PRO CTUDL	16
6	Pro_čtyrhran	PRO CTYRHRAN	18
7	Pro_čtudl_2	PRO ČTUDL 2	8
8	Mezi_kus_spodni_stredni_deska_krajni	MEZI KUS SPOD. KRAJ	2
9	Pro_čtudl_1	DRZAK CTUDLU	8
10	Sestava_pružiny	SESTAVA PRUŽINY	8
11	Sestava_pružiny_čtyrhran	SESTAVA PRUŽINY ČTYŘHRAN	9
12	202-USS1	Vertikální upínač	2
13	3051-O	Hákový upínač	4
14	Pod upinku - bok	POD UPINKU - BOK	4
15	Pod upinku - vrch	POD UPINKU - VRCH	2
16	Spodni upinka podlozka	PODLOŽKA POD UPINKU	2
17	603-ma	Ojnicový upínač	2
18	Spodni upinka nastavec	NASTAVEC	2
19	MATICE M5 ISO 4032 - 05		16
20	ŠROUB M5 x 35 ISO 4012 - 8.8 - 20011		40
21	PODLOŽKA 5,3 ČSN 02 1703.11		40
22	ŠROUB M5 x 16 ISO 4017 - 8.8		24
23	MATICE M6 ISO 4032 - 05		8
24	PODLOŽKA 6,4 ČSN 02 1703.11		8
25	ŠROUB M6 x 20 ISO 4017 - 8.8		8

Č. pol.	Č. artiklu	Název artiklu:	Počet kusů:
26	ŠROUB M4 x 20 ISO 4014 - 8.8		68
27	PODLOŽKA 4,3 ČSN 02 1703.11		102
28	MATICE M4 ISO 4032 - 05		102
29	ŠROUB M4 x 25 ISO 4014 - 8.8		34



č. operace	Prac.	Stroj	Nástroj, měřidla	Popis práce:
10	60			Technická příprava výroba
20	30	Pegas 320 MIG		Svařit pozice dle výkresu a dle WPS
30	40		Drátěný kartáč	Čištění a kontrola po svařování
40	40		Ploché klíče, posuvné měřítko	Montáž - smontovat přípravek dle výkresové dokumentace
50				První vyrobený kus přeměřit

## 5 Technicko-ekonomické zhodnocení navrženého řešení

Přípravek vyhovuje ve všech svých aspektech požadavkům. Přesnost jednotlivých dílů v celkové sestavě zaručuje teoretickou přesnost výsledného vyráběného svařence. Ovšem vždy záleží na zručnosti a svědomitosti pracovníka, jenž bude s tímto přípravkem manipulovat.

Veškeré technologické postupy plně využívají strojový park společnosti PSBLAS s.r.o.

Následné ekonomické zhodnocení je provedeno na kusech, které byly vyrobeny ve společnosti PSBLAS s.r.o. za rok 2015.

Tabulka 5.1 Hodnoty:

Počet kusů n	26 000	ks/rok
Náklady na jedno seřízení n'	3840	Kč/dáv
Režie příslušné výrobní obrobků R	750	%
Počet seřízení za rok i	12	
Úspora na mzdě U	7	Kč/ks
Počet roků v provozu T	1	rok
Náklady na údržbu a opravy h	15	%
Hmotnost přípravku v	31,4	kg

### Rentabilita přípravku

Výpočet velikosti úspor dosažená zavedením přípravku za 1 rok využití  $U_r$ .

$$U_r = n \cdot U \cdot \left( 1 + \frac{R}{100} \right) \quad (1)$$

$$U_r = 26000 \cdot 7 \cdot \left( 1 + \frac{750}{100} \right)$$

$$\underline{\underline{U_r = 1547000 \text{ Kč / rok}}}$$

### Výpočet ceny přípravku C

v – hmotnost přípravku [kg]

kc – konstanta složitosti přípravku – složitost navrhovaného přípravku je IV

Tabulka 5.2 Hodnoty kc dle složitosti

	I	II	III	IV	V	VI
kc	90	135	210	320	500	750

$$C = 50 \cdot kc \cdot \sqrt{v} + 50 \cdot \sqrt{v} \quad (2)$$

$$C = 50 \cdot 320 \cdot \sqrt{31,4} + 50 \cdot \sqrt{31,4}$$

$$\underline{\underline{C = 89937 \text{ Kč}}}$$

### Výpočet nákladů na seřízení stroje za rok S

$n'$  – náklady na jedno seřízení [ Kč / dáv ]

$i$  – počet seřízení za rok

$$S = n' \cdot i \quad (3)$$

$$S = 3840 \cdot 2$$

$$\underline{\underline{S = 46080 \text{ Kč}}}$$

### Výpočet součinitele odpisu a srážek na údržbu a opravy k

$T$  – počet roků v provozu [ rok ]

$h$  – náklady na údržbu a opravy [ % ]

$$k = \frac{1}{T} + \frac{h}{100} \quad (4)$$

$$k = \frac{1}{1} + \frac{15}{100}$$

$$\underline{\underline{k = 1,15}}$$

### Zhodnocení rentability

$$Rp = C \cdot k + S \quad (5)$$

$$Rp = 89937 \cdot 1,1 + 46080$$

$$\underline{\underline{Rp = 145011 \text{ Kč}}}$$

dle podmínky:  $Ur \geq Rp$

$$1547000 \geq 145011 \quad \text{přípravek vyhovuje}$$

### Zajímavé hodnoty z ekonomického hlediska:

#### Výpočet minimálního počtu kusů pro rentabilitu

$$n_{\min} \geq \frac{C \cdot k + S}{U \cdot 1 + \frac{R}{100}} \quad (6)$$

$$n_{\min} \geq \frac{89937 \cdot 1,15 + 46080}{7 \cdot 1 + \frac{750}{100}}$$

$$\underline{\underline{n_{\min} \geq 2512,7 \text{ ks} \approx 2513 \text{ ks}}}$$

#### Výpočet maximální ceny přípravku pro rentabilitu

$$C_{\text{vyp}} \leq \frac{U \cdot 1 + \frac{R}{100} \cdot n - S}{k} \quad (7)$$

$$C_{\text{vyp}} \leq \frac{7 \cdot 1 + \frac{750}{100} \cdot 26000 - 46080}{1,15}$$

$$\underline{\underline{C_{\text{vyp}} \leq 1305147 \text{ Kč}}}$$

#### Výpočet roku potřebných k dosažení hospodárnosti zařízení

$$T_{\text{vyp}} = \frac{C_{\text{vyp}}}{U \cdot 1 + \frac{R}{100} \cdot n - S - \frac{h}{100} \cdot C} \quad (8)$$

$$T_{\text{vyp}} = \frac{1305147}{7 \cdot 1 + \frac{750}{100} \cdot 26000 - 46080 - \frac{15}{100} \cdot 89937}$$

$$\underline{\underline{T_{\text{vyp}} = 0,88 \text{ roku}}}$$

#### Výpočet zisku zavedením přípravku

$$Z = U \cdot 1 + \frac{R}{100} \cdot n - S - C \cdot k \quad (9)$$

$$Z = 7 \cdot 1 + \frac{750}{100} \cdot 26000 - 46080 - 89937 \cdot 1,15$$

$$\underline{\underline{Z = 1397493 \text{ Kč}}}$$

## 6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout svařovací přípravek, vhodný pro výrobu svařence, součástky větrné elektrárny.

Na počátku práce byly stanoveny cíle diplomové práce, specifikace a charakteristiky výsledného svařence. Byla studována a sledována příprava různých druhů svařovacích přípravků. Konkrétně byly sledovány možnosti upnutí a fixace základního materiálu.

Samostatnou kapitolou diplomové práce byl návrh svařovacího přípravku. Podrobně byla popsána konstrukce svařovacího přípravku, účel jednotlivých částí s názornou ukázkou a podrobným popisem použití. Nedílnou součástí práce je technologický postup výroby jednotlivých součástí svařovacího přípravku včetně vlastnosti použitého vstupního materiálu. V práci byly rovněž popsány díly, které nebylo ekonomické samostatně vyrábět, a proto byly zakoupeny.

Pro kontrolu navrženého svařovacího přípravku byl dále uveden technologický postup výroby jednotlivých částí finálního svařence. Je zde uveden náskres jednotlivých částí svařence spolu s uvedením použitých materiálů, typové označení polotovarů, ze kterých je svařenec vyroben i s počty kusů potřebných pro splnění celé zakázky. Souhrnně jsou uvedeny i jednotlivé stroje pro přípravu vstupního materiálu, samotné svařování a následné opracování svařence.

Nedílnou součástí práce bylo technicko-ekonomické zhodnocení použití svařovacího přípravku. V technické části byl hodnocen technický přínos použití přípravku. V ekonomické části byla kalkulována přibližná cena svařovacího přípravku. Závěrem byla vyhodnocena efektivita použití svařovacího přípravku s ohledem na kvalitu a výslednou cenu finálního svařence.

## 7 Použitá literatura

- [1] CHVÁLA, Břetislav a Josef VOTAVA. *Přípravky*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1988.
- [2] *Psblas* [online]. Ostrava, 2015 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://psblas.com/>
- [3] Ke stažení. *Hydac* [online]. [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.hydac.com/cz-cs/obory-a-systemy/obory/vetrna-energie/obsah/ke-stazeni.html>
- [4] Diplomové práce. *Digitální knihovna Západočeské univerzity v Plzni* [online]. [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11025/8720>
- [5] *Svařovací přípravek pro robotické svařovací pracoviště*. Brno, 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kubiček.
- [6] *Návrh svařovacího přípravku pro koncern VW*. Ostrava, 2014. Diplomová práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Ing. Zdeněk Foltá, Ph.D.
- [7] Hákový nastaviteľný upínač. *D-S-C Czech Technology* [online]. 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://dsczech.cz/destaco/hakovy-nastavitelny-upinac>
- [8] Vertikálne upínače štandardné. *D-S-C Czech Technology* [online]. 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://dsczech.cz/destaco/vertikalne-upinace>
- [9] Ojnicové / Priamočiare upínače. *D-S-C Czech Technology* [online]. 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://dsczech.cz/destaco/ojnicove-priamociare-upince>
- [10] Materiálové Normy. *Poltech* [online]. 2013 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.poltech.cz/poltech/10-Normy-CSN-DIN-ISO/15-Vlastnosti-oceli-10-19>
- [11] Přehled vlastností oceli S235JR. *Bolzano* [online]. 2005 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: [http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP\\_%20Tycova\\_ocel/EN\\_10025/MOP\\_prehled\\_vlastnosti\\_S235JR.pdf](http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP_%20Tycova_ocel/EN_10025/MOP_prehled_vlastnosti_S235JR.pdf)

## **8 Přílohy**

Příloha A - Sestavný výkres HRFLEX 5 M

Příloha B - Dílenský výkres Spodní plocháč

Příloha C - Dílenský výkres Čtudl

Příloha D - Dílenský výkres Čtyřhran 14x14x100

Příloha E - Dílenský výkres Bočnice

Příloha F - Dílenský výkres Plocháč 50x8x760

Příloha G - Dílenský výkres Destička pružiny

Příloha H - Dílenský výkres Podpěra

Příloha CH - Dílenský výkres Kostka

Příloha I - Dílenský výkres Mezi kus spodní krajní

Příloha J - Dílenský výkres Mezi kus

Příloha K - Dílenský výkres Pod upínku - bok

Příloha L - Dílenský výkres Pod upínku - vrch

Příloha M - Dílenský výkres Držák čtudlu

Příloha N - Dílenský výkres Pro čtudl 2

Příloha O - Dílenský výkres Pro čtudl

Příloha P - Sestavný výkres Sestava pružiny

Příloha G - Sestavný výkres Sestava pružiny čtyřhran

Příloha R - Dílenský výkres Spodní deska

Příloha S - Dílenský výkres Nástavec

Příloha T - Dílenský výkres Podložka pod upínku

Příloha Ť - Dílenský výkres Střední deska

Příloha U - Dílenský výkres Pro čtyřhran

Příloha V - Sestavný výkres Přípravek pro 03704230

Příloha W - Dílenský výkres Pružiny



## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Martinu Návratovi, za technické rady a pomoc při vypracování praktické části diplomové práce.

Zároveň bych chtěl poděkovat i vedoucímu mé diplomové práce panu prof. Dr. Ing. Ivanu Mrkvicovi, z katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie VŠB - TU Ostrava za odborné vedení při práci.

Práce byla podpořena ze Studentské grantové soutěže Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava v rámci projektu SP2016/172. Vliv technologických parametrů na obrobený povrch a SP2016/174. Studium procesu obrábění progresivních materiálů s cílem zvýšit a podpořit vědecko-výzkumné aktivity studentů doktorských a magisterských studijních programů ve spolupráci s akademickými pracovníky.